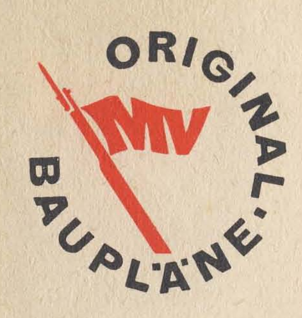
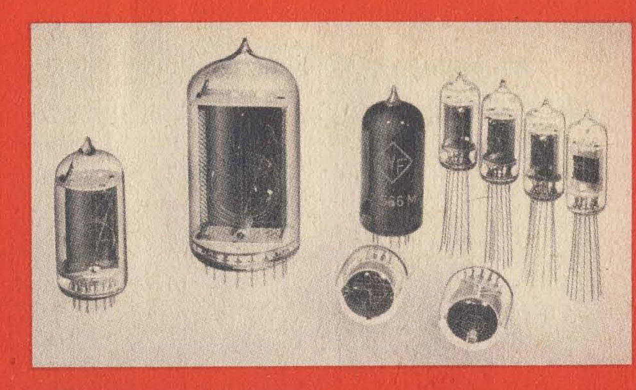
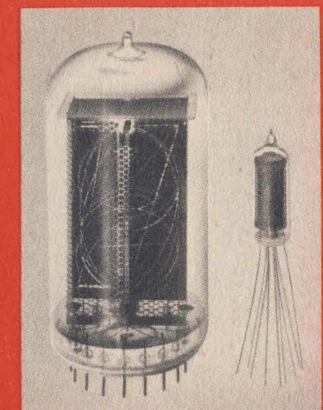




Bauplan Nr. 36

Preis 1,– Mark



Winfried Müller
Klaus Schlenzig

Ziffernröhren-Mosaik

Originalbauplan Nr. 36

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Auf Grund einer volkswirtschaftlich richtigen Entscheidung vom Hersteller und vom Amt für Standardisierung, Meß- und Warenprüfung konnten 1977 erstmals größere Mengen an relativ billigen Ziffern- und Symbolanzeigeröhren mit »kalter« Katode in den Amateurbedarfshandel gelangen. Der vorliegende Bauplan berücksichtigt die damit verbundene Tatsache einer scheinbaren »Umkehrung« der technischen Entwicklung. Während mit einem Durchschnittspreis von mehr als 20 M bisher Ziffernanzeigeröhren auch vor der Verfügbarkeit der (sicherlich im Prinzip moderneren) LED-Bauelemente nur für den finanziell bessergestellten Amateur diskutabel waren, rücken nun nach ebenfalls strengen Gütekriterien ausgelesene Ziffernanzeigeröhren (ihre Funktion ist also garantiert!) von meistens weniger als 10 M je Stück in die Interessensphäre auch des »etwas fortgeschrittenen Anfängers«, der meist schärfer kalkulieren muß, bevor er sich zum Kauf entschließt. Wir wollen mit diesem Bauplan zeigen, daß schon der Erwerb einer einzigen Röhre manch interessante, weithin gut ablesbare Anzeige erlaubt (warum nicht sogar als Hausnummer o. ä.?) und daß die Furcht vor der notwendigen höheren Betriebsspannung bei einigem Nachdenken ebenfalls entkräftet werden kann. Eine Energiebetrachtung zeigt, daß man mit einem kleinen Transverter durchaus in der Lage ist, Anzeigeröhren noch rentabel aus einer Batterie zu betreiben!
Bei Manuskripterarbeitung hatte sich auch die Nachfrage der Industrie nach Ziffernanzeigeröhren wieder verstärkt. Parallel zu dieser Tendenz bietet somit die geplante kontinuierliche Belieferung der RFT-Amateurfilialen mit Ziffern- und Symbolanzeigeröhren von 10 bis 50 (!) mm Ziffernhöhe nun jedem Amateur die freie Entscheidung zwischen (im Preis vergleichbaren, jedoch wesentlich kleineren, dafür allerdings mit wenigen Volt »zufriedenen«) LED-Bauelementen und den für größere Ableseentfernungen geeigneten und außerdem einfacher anzusteuernden (über Schalter z. B.) Ziffernanzeigeröhren.



2. Informationen zu Ziffernanzeigeröhren

2.1. Aufbau

Ein Glaskolben enthält die Elektrodenanordnung des Anzeigesystems sowie ein unter bestimmtem Druck eingebrachtes Gasgemisch. Das Füllgas besteht aus einer Mischung von Edelgasen und einem Quecksilberzusatz. Der Quecksilberzusatz befindet sich anfangs in einer Glasampulle innerhalb der Röhre. Diese Ampulle wird durch Erwärmen eines Heizdrahtes erst geöffnet, nachdem die Röhre dicht verschlossen wurde. Das Quecksilber erhöht die Lebensdauer der Röhre. Es bewirkt aber außerdem einen zusätzlichen blaß-violetten Glimmsaum um die Katode, der die Erkennbarkeit der Zeichen etwas beeinträchtigt. Das läßt sich mit einem Rotfilter unterdrücken. Der Rotfilter ist entweder auf dem Röhrenkolben als Lackfilm aufgebracht, oder er wird bei nichtlackierten Röhren als gemeinsame Filterscheibe vorgesetzt. Die letztgenannte Anwendung ist im allgemeinen die häufigste, da die Anzeigeröhren in Geräten meist durch eine Frontscheibe abgedeckt werden. Eine rote Filterscheibe verdeckt auch den Einblick in das Innere des Geräts und die Befestigung der Anzeigeröhren.
Die darzustellenden Buchstaben, Zahlen und Zeichen werden in der gewünschten Größe mit einem fotochemischen Ätzverfahren aus einer Metallfolie herausgelöst und fungieren als kalte Katoden gegenüber der Anode.
Die einzelnen Katoden sind, durch Keramikscheiben voneinander isoliert, innerhalb einer topf- oder kastenförmigen Anode übereinander bzw. hintereinander gestapelt. Das die Katoden umgebende Anodengehäuse ist in Blick- bzw. Ableserichtung durch ein durchsichtiges, wabenförmiges Gitter abgeschlossen. Die Anschlüsse für Anode und Katoden (zu den Katoden gehört auch das Dezimalzeichen) sind Sockelstifte oder Drahtanschlüsse.

2.2. Ausführungsformen

Anzeigeröhren werden nach Ziffern- bzw. Zeichengröße unterschieden (Bild 1). Diese Angabe legt die mögliche Ableseentfernung fest. Es gibt Anzeigeröhren mit Symbolgrößen in den Stufen 10, 13, 15, 30 und 50 mm. Unter günstigen Lichtbedingungen ist es möglich, die Anzeigeröhre aus den in Tabelle 1 zusammengestellten Entfernungen abzulesen.
– Typengruppe Z 560 M/561 M
Die Ziffernanzeigeröhren Z 560 M (mit Filterüberzug) sowie Z 5600 M (ohne Filterüberzug) enthalten die Ziffern 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Die Zeichenanzeigeröhren Z 561 M (mit Filterüberzug) sowie Z 5610 M (ohne Filterüberzug) sind mit folgenden Zeichen ausgestattet: W, –, A, ~, +, V, %, Ω.
Das Elektrodensystem ist in der Röhre so angeordnet, daß man frontal durch den Kolbendom ablesen kann. Entgegengesetzt zum Kolbendom befindet sich der Preßteller mit den Anschlußstiften. Sie sind steckbar. Dafür ist die Fassung 13–17 aus dem VEB Elektronische Bauelemente Dorfhain vorgesehen.
An den Steckerstiften darf nicht gelötet werden.
Dieser Röhrentyp ist entwicklungsgeschichtlich zuerst entstanden. Damals spielten die Abmessungen der Bauelemente noch eine untergeordnete Rolle. Durch den bald mit Halbleiterbauelementen einsetzenden Trend zur Miniaturisierung der Geräte mußte die Aufbautechnologie der Anzeigeröhren geändert werden. Als optimal erwies sich der Einbau des Elektrodensystems in den Röhrenkolben derart, daß man seitlich durch die Kolbenwand ablesen kann. Alle in der Folgezeit gebauten Anzeigeröhren entstanden nach diesem Prinzip.
– Typengruppe Z 570 M bis Z 574 M
Dazu gehören folgende Anzeigeröhren (4stellige Typenzahl jeweils ohne Rotüberzug):
Z 570 M/Z 5700 M (Ziffern 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0)
Z 573 M/Z 5730 M (Ziffern mit Dezimalzeichen rechts)
Z 574 M/Z 5740 M (Ziffern mit Dezimalzeichen links)

Z 571 M/Z 5710 M (Zeichen +, −, ~)
Die Ziffern haben eine Höhe von 13 mm, die Zeichen sind etwas kleiner gehalten. Die folgenden Anzeigeröhren ergänzen die bereits genannten Typen. Sie werden gemeinsam mit ihnen in digitalen Meßgeräten eingesetzt (Bild 2):
Z 580 M/Z 5800 M (Zeichen p, n, μ, m, k, M, G, T)
Z 581 M/Z 5810 M (Zeichen [s], S, Hz, F, H, A, Ω, V, [Q])
(Klammerzeichen siehe Röhrentabelle!)
Alle diese Typen haben lötbare Anschlüsse. Sie werden direkt in die Leiterplatte eingebaut.
– Typengruppe Z 566 M, Z 567 M
Sie besteht aus:
Z 566 M/Z 5660 M (Ziffern 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0)
Z 567 M/Z 5670 M (Zeichen +, −, ~)
Die Ziffernhöhe beträgt 30 mm, die Zeichenhöhe dagegen 18 mm. Diese Röhren haben steckbare Anschlußstifte. Als Fassung kommt wieder der Typ 13–17 in Frage.
– Röhre Z 568 M/Z 5680 M
Diese Röhre hat 50 mm große Ziffern und ist für den Einsatz in Großsichtanzeigen vorgesehen. Sie erfordert eine spezielle Fassung (17–35), d. h. 17 Anschlüsse im Teilkreis von 35 mm. Die Anschlußstifte bestehen aus einem relativ weichen Material und verbiegen leicht. Vor dem Einführen in die Fassung oder in eine entsprechende Eigenbauanordnung von Fassungselementen in einer Leiterplatte ist auf exakte Ausrichtung der Anschlußstifte zu achten. Da einige Stifte für den Betrieb keine Bedeutung haben, empfiehlt es sich, aus der Fassung die entsprechenden Kontaktfedern zu entfernen oder sie in der Leiterplatte gar nicht erst vorzusehen. Das erleichtert das Stecken und beugt einer möglichen Deformierung der Anschlußstifte weitgehend vor.
– Röhre Z 590 M/Z 5900 M (Bild 3):
Mit 10 mm großen Ziffern und je einem Dezimalzeichen rechts und links von den Ziffern ausgestattet, ist dies die kleinste Ziffernanzeigeröhre aus dem erhältlichen Typenangebot.
Der Kolbendurchmesser von nur 12 mm gestattet gegenüber der Z 570 M mit 19 mm Durchmesser eine weitere Verbesserung der Packungsdichte. Diese Röhre ist wiederum zum direkten Einlöten in die Leiterplatte vorgesehen. Die geringe Ziffernhöhe bedingt den Einsatz in Geräten, die in Reichweite stehen (Zählgeräte, Tischrechner usw.).
Bild 4 faßt für die genannten Typen die nötigen Informationen zusammen (Blick von unten auf die Anschlüsse).

2.3. Funktion

Anzeigeröhren gehören zu den Kaltkatodenröhren, benötigen also keine Heizleistung. Die Emission von Elektronen aus einer kalten Katode beruht auf einem komplizierten physikalischen Vorgang, der in diesem Zusammenhang nur in vereinfachter Weise dargestellt werden kann.
Beim Anlegen einer Gleichspannung zwischen der Anode (Pluspol) und einer der Katoden (Minuspol) entsteht zwischen diesen Elektroden ein elektrisches Feld. Als Produkt zufälliger äußerer Ereignisse wie radioaktive Strahlung, kosmische Höhenstrahlung oder Lichteinwirkung befinden sich in der Gasfüllung stets einige Ionen, die durch dieses Feld zur Katode bewegt werden. Vorhandene Primärelektronen dagegen wandern zur Anode. Die Leitfähigkeit des Gases und als Folge davon die Größe des fließenden Stroms ist wegen der kleinen Ionenzahl zunächst gering. Auf dem Weg zur Anode kommt es zwischen den Elektronen und Gasatomen bzw. Molekülen zu Zusammenstößen. Das Gas wird ionisiert. Das läßt weitere Ionen und Elektronen entstehen und trägt dazu bei, daß die Leitfähigkeit des Gases zunimmt. Dieser Vorgang hat Lawinencharakter, da die zur Katode fliegenden positiven Ionen beim Auftreffen auf der Katodenoberfläche aus dieser weitere Elektronen herauslösen. Diese Elektronen tragen durch Stoßionisation auf ihrem Weg zur Anode zum weiteren Anwachsen des Elektronenstroms durch die Röhre bei. Zu diesem Zeitpunkt ist der »Entladungsvorgang« nicht mehr von äußeren Einwirkungen abhängig. Es sind jetzt genügend Elektronen vorhanden. Die

Röhre ist gezündet! Nach der Gasentladung überzieht sich die Katode mit einer orangefarbenen Glimmhaut. Zwischen Anode und Katode stellt sich die Brennspannung U_B ein. Die verbleibende Spannungsdifferenz zur Betriebsspannung U_b fällt an R_a ab (Bild 5).
Dieser Widerstand begrenzt den Katodenstrom I_k auf einen für die Röhre zulässigen Wert; sonst würde er weiter lawinenartig zunehmen. Der Betrieb einer Anzeigeröhre ohne Vorwiderstand führt daher zur sofortigen Zerstörung der Röhre, wenn die Spannungsquelle einen genügend kleinen Innenwiderstand hat. Nur bei entsprechend ausgelegten, strombegrenzenden Transvertern kann auf den Vorwiderstand verzichtet werden! Befinden sich in der Katodenzuleitung einer Anzeigeröhre elektrische Steuerelemente, z. B. Transistoren, so sind diese nicht in jedem Fall als ideale Schalter anzusehen. Der in der Sperrphase durch den Transistor fließende Reststrom kann genügen, an der zugehörigen Symbolkatode ein schwaches, aber störendes »Mitglimmen« hervorzurufen. Im allgemeinen ist das Mitglimmen gleichzeitig an allen nichteingeschalteten Katoden mit unterschiedlicher Intensität zu beobachten. Durch diese Erscheinung kommt es zu einer Aufhellung des Anodenraums. Die Konturen der angesteuerten Katoden erscheinen unscharf und verwaschen.
Dieser Effekt erklärt sich dadurch, daß die nichteingeschalteten Katoden aus dem Entladungsraum Ladungsträger aufnehmen (Sondenwirkung) und über den Sperrwiderstand des Steuerbauelements ableiten. Die unerwünschten Mitglimmerscheinungen sind im wesentlichen von der Größe der zwischen einer eingeschalteten und den ausgeschalteten Katoden wirksam werdenden Spannung (der Katodenvorspannung U_{kk}) abhängig und zu beeinflussen. Wird eine äußere Vorspannung (U_{bkk}) zugeführt, so läßt sich dieser Effekt unterdrücken. Ein einwandfreier Betrieb der Anzeigeröhre ist gewährleistet, wenn die Katodenvorspannung mindestens $U_{kk} = 60$ V beträgt. Seitens der Hersteller von Anzeigeröhren wird auch ein oberer Grenzwert der U_{kk} von 100 bzw. 115 V festgelegt. Überschreitet die Katodenvorspannung die angegebenen Werte, so übernehmen die nichteingeschalteten Katoden die Funktion zusätzlicher Anoden. Über die eingeschalteten Katoden fließt dann neben dem regulären Katodenstrom I_k zusätzlich die Summe der Ströme der übrigen Katoden. Das kann zur Grenzüberschreitung des zulässigen $I_{k\,max}$ führen. In der praktischen Schaltungstechnik wird die Katodenvorspannung den einzelnen Katoden über Widerstände R_{kk} (Bild 6) zugeführt. Als Vorspannungsquelle U_{bkk} bietet sich ein Spannungsteiler an, der so dimensioniert ist, daß an R 2 etwa 80 V als U_{bkk} abfallen.
Die dargestellten Effekte treten beim Einsatz elektromechanischer Schalter nicht auf (Bild 5), obwohl auch dabei mit einem statischen Voltmeter Sondenpotentiale bis zu $U_s \approx 140$ V nachweisbar wären. Über die offenen (hochohmigen) Schaltkontakte (sofern kein Isolationsfehler vorliegt) kann jedoch kein Strom nach Masse fließen, der ein Mitglimmen der nichteingeschalteten Katoden hervorrufen würde.

2.4. Betriebsarten

Anzeigeröhren können mit Gleichspannung, mit Halbwellen, gleichgerichteten Vollwellen sowie mit Impulsfolgen betrieben werden. Reiner Wechselspannungsbetrieb, also Betrieb ohne Gleichrichtung, ist dagegen nicht zulässig, da er zu Rückzündungen in der Röhre und damit zu ihrer kurzzeitigen Zerstörung führt. Es wäre in diesem Zusammenhang ein Trugschluß, von der Betriebsmöglichkeit von Signal-Glimmlampen mit Wechselspannung auf die für Anzeigeröhren zu schließen! Bei den angeführten Betriebsarten wird vorausgesetzt, daß die über einen Vorwiderstand R_a zwischen Anode und Katode wirksame Betriebsspannung U_b den Zündbedingungen entspricht: $U_b > U_{Za}$.
Die einfachste und am weitesten verbreitete Betriebsmöglichkeit für Anzeigeröhren ist der Gleichstrombetrieb. Bild 5 zeigte bereits das Prinzip. Wie bei jeder Gasentladungsröhre, so muß der die Röhre durchfließende Strom I_k durch einen Vorwiderstand R_a auf einen zulässigen Wert begrenzt werden. Beim Betrieb mit Gleichspannung sind die Grenzwerte $I_{k\,min}$ und $I_{k\,max}$ für den Betriebsstrom zu beachten. Der den Strom begrenzende Vorwiderstand R_a wird im allgemeinen in die Anodenspannungszuleitung eingefügt. Er errechnet sich aus der Beziehung:

$$R_a = \frac{U_b - U_B}{I_k} \cdot (U_b = \text{Betriebsspannung}, U_B = \text{Brennspannung})$$

Wird die Anzeigeröhre konstant in der Nähe der minimal zulässigen Betriebsspannung $U_{b\ min}$ betrieben, so ergeben sich in der Regel mit dem zugehörigen Vorwiderstand befriedigende Ergebnisse. In den Anwendungsfällen aber, wo unstabilisierte Betriebsspannungen zur Verfügung stehen oder wo mit größeren Umgebungstemperaturschwankungen zu rechnen ist, kann es leicht zum Unterschreiten des minimal zulässigen Katodenstroms $I_{k\ min}$ kommen. Deshalb empfiehlt es sich, den Katodenstrom auf einen mittleren, zwischen den Grenzwerten $I_{k\ min}$ und $I_{k\ max}$ liegenden Wert festzulegen und mit größeren Vorwiderständen zu arbeiten.
Stromschwankungen infolge von Betriebsspannungsschwankungen werden durch große Vorwiderstände weitgehend reduziert. Allerdings setzt das höhere Betriebsspannungen voraus. Die im Kennlinienfeld einer Anzeigeröhre (Bild 7) eingezeichneten Widerstandskennlinien verdeutlichen den dargestellten Zusammenhang. Bei großen Widerständen ist die Stromänderung I_k in Abhängigkeit von Betriebsspannungsschwankungen wesentlich eingeengt. Bei Umgebungstemperaturen unter 0 °C muß die Betriebsspannung mindestens 200 V betragen. Im vorangegangenen Abschnitt wurde auf die Berücksichtigung der Grenzwerte für den mittleren Katodenstrom hingewiesen. Im einzelnen haben die Grenzwertfestlegungen folgende Ursachen:
– Minimaler Katodenstrom $I_{k\ min}$
Wird die $I_{k\ min}$-Grenze unterschritten, so ist mit einer fehlerhaften Glimmlichtbedeckung des Symbols zu rechnen. Außerdem ist die Leuchtdichte unbefriedigend. Ein ständiger Betrieb an der unteren Grenze empfiehlt sich nicht, da die Katodenselbstreinigung, inbesondere bei gelegentlichem Umschaltbetrieb, nicht ausreicht. Dieser Effekt wirkt sich auf die Funktionsdauer der Anzeigeröhre verkürzend aus.
– Maximaler Katodenstrom $I_{k\ max}$
Wird eine Anzeigeröhre mit Katodenströmen betrieben, die über der $I_{k\ max}$-Grenze liegen, so können die Zuleitungen der Symbole im System zum Mitglimmen angeregt werden. Diese Erscheinung ist unerwünscht, da das Gesamtbild des darzustellenden Symbols auf den Betrachter unästhetisch wirkt. Zu große Katodenströme führen aber auch zu übermäßigem Abtragen von Katodenmaterial. Das zerstäubte Material schlägt sich sowohl auf den übrigen, nichtbetriebenen Katoden als auch auf der Kolbenwand als allmählich dichter werdender Metallfilm nieder. Die Auswirkungen des auf die übrigen Katoden niedergeschlagenen Katodenmaterials sind stark von den Betriebsverhältnissen der Röhre abhängig (Umschaltzeiten bei Ziffernwechsel, Katodenstrom). Grundsätzlich wird die erforderliche Elektronenaustrittsarbeit einer auf diese Weise durch abgetragenes, niedergeschlagenes Material »verunreinigten« Nachbarkatode vergrößert. Im Extremfall sind Glimmlichtbedeckungsfehler des Symbols die Folge. An diesen diskreten Stellen hat sich die Austrittsarbeit so weit erhöht, daß eine Entladung nicht mehr stattfindet.
Die Auswirkungen des physikalisch bedingten Effekts werden durch Beigabe einer geringen Menge von Quecksilber zur Edelgasfüllung der Röhre auf ein Mindestmaß reduziert. Die Funktionsdauer ständig betriebener Ziffern ist im Hinblick auf die vorliegende große Materialabtragungsrate um etwa eine Größenordnung geringer als bei wechselndem Betrieb der Katoden. Die in diesem Zeitabschnitt nichtbetriebenen Symbole weisen aber dann auch mit Sicherheit nichtvermeidbare Bedeckungsfehler auf.
Werden unter günstigen Betriebsbedingungen sämtliche Symbole in kurzen Abständen abwechselnd betrieben, so findet nach kurzer Zeit eine gleichmäßige »Selbstreinigung« statt, die eine hohe Lebensdauer der Anzeigeröhre von vielen tausend Stunden erwarten läßt.
Der Halbwellenbetrieb erfordert im Gegensatz zum Gleichstrombetrieb neben der Einhaltung der $I_{k\ min}$- und $I_{k\ max}$-Grenzen auch die Berücksichtigung des bei dieser Betriebsart auftretenden Spitzenstroms I_{ks}. Halbwellenbetrieb bedeutet, daß man für die Anzeigeröhre als Betriebsspannung ungesiebte, gleichgerichtete Wechselspannung benutzt. Die Anzeigeröhre wird bei dieser Betriebsart nur für weniger als die halbe Zeit der Periodendauer vom Strom durchflossen. Sie verlischt kurz vor dem Nulldurchgang der positiven Sinushalbwelle und zündet erneut, wenn die nächste positive Halbwelle in ihrem Momentanwert der Zündspannung der Röhre entspricht. Den Spannungsverlauf zwischen der

Anode und einer Katode der Röhre zeigt Bild 8. Für gleiche Leuchtdichte wie bei Gleichstrombetrieb ist es notwendig, daß der Scheitelwert der Halbwelle größer ist als die hierfür erforderliche Gleichspannung. Der Halbwellenbetrieb erfolgt im allgemeinen nach Bild 9. Diese einfache Schaltung, die ohne Elektrolytkondensator auskommt, wird häufig in unkomplizierten Schaltungen angewendet. Die Diode D verhindert Rückzündungen in der Röhre, während die negative Halbwelle an der Anode anliegt.
Die in Tabelle 2 zusammengestellten Arbeitswiderstände berücksichtigen die Grenzwertangaben für den mittleren Katodenstrom und für den Katodenspitzenstrom I_{ks} der jeweiligen Röhre mit verschiedenen Betriebsspannungen U_{Tr}. Bei der Berechnung des R_a wurde angenommen, daß der Innenwiderstand des Transformators vernachlässigt werden kann.
Auch Vollwellenbetrieb bedeutet für die Anzeigeröhre, daß die entgegengesetzte Polarität der Wechselspannung wegen der Rückzündungsgefahr durch Gleichrichter verhindert wird (Graetz-Brücke oder Zweiweg-Gleichrichter, Bild 10). Die Spannung an der Anzeigeröhre verläuft dann nach der Kurve in Bild 8, wobei selbstverständlich die Pausen zwischen den Brennzeiten kürzer sind. Diese Betriebsart wird selten verwendet.
In Tabelle 3 wurden wieder für die wichtigsten Arbeitsspannungen (U_{Tr}: Bild 10) die erforderlichen Vorwiderstände zusammengestellt.
Im folgenden werden eine Reihe von Hinweisen gegeben, die sich in den technischen Daten für Anzeigeröhren nicht unmittelbar erkennen lassen, aber im Zusammenhang mit bestimmten Schaltungsanwendungen berücksichtigt werden sollten.
An die Stelle der vielfach benutzten Gleichspannung als Betriebsspannung treten Impulse mit geeigneter Amplitude. Die Ansteuerung kann sowohl anoden- als auch katodenseitig erfolgen. Häufiger anzutreffen ist die gleichzeitige Ansteuerung der Röhre durch entsprechend polarisierte Impulse an Anode und Katode. Die Summe beider Impulsspannungen muß mindestens dem minimal geforderten Wert der Betriebsspannung der Röhre entsprechen. Das Prinzipschaltbild (Bild 11) zeigt die zuletzt erwähnte Möglichkeit. In der Praxis ist dieses Grundprinzip z. B. ein Bestandteil des Zeitmultiplex-Betriebs von Anzeigeröhren in Tischrechnern.
Der Impulsbetrieb verlangt vom Anwender die Berücksichtigung verschiedener vom Hersteller festgelegter Grenzwerte. Nachstehende Parameter sind wichtig:
Betriebsspannung U_p (U_b) – Katodenstrom I_k ($I_{k\ min}$ bis $I_{k\ max}$) – Katodenspitzenstrom I_{ks} – Impulsdauer t_p.
Allgemeine Hinweise zum Katodenstrom I_k wurden in Abschnitt 2.4. gegeben. Nur bei Impulsbetrieb darf $I_{k\ min}$ unterschritten werden.
Zum maximal zulässigen Anodenstrom, der sich bei Impulsbetrieb durchaus einstellen kann, ist für diesen Betriebsfall zu ergänzen, daß dies der höchste mittlere Strom ($I_{k\ max}$) ist, der dauernd durch die Röhre fließen darf. Das bezieht sich auf periodisch auftretende Impulsfolgen. Es ist möglich, den Strom mit einem Gleichstromamperemeter zu kontrollieren. Bild 12 zeigt die prinzipielle Brennspannungskennlinie einer Anzeigeröhre. Der Spannungsverlauf, gemessen zwischen der Anode und einer glimmenden Katode, ist dem Kurvenverlauf nach weitgehend abhängig von der Größe des Anodenstroms. Der dick ausgezogene Kennlinienteil stellt den zulässigen Arbeitsbereich der Röhre für Gleichstrombetrieb dar. Dieser Abschnitt der Kennlinie darf in seiner oberen Grenze auch für den sich bei Impulsbetrieb einstellenden mittleren Anodenstrom nicht überschritten werden.
Da man meist rechteckförmige Impulsspannungen anwendet, gilt für den mittleren Strom:

$$I_k = \frac{t_p \cdot I_{ks}}{T} \cdot (T = \text{Impulsperiode, Bild 13})$$

Bei Bild 12 fällt auf, daß die Kurve mit zunehmendem Anodenstrom ansteigt und für den Anwender bei $I_{ks\ max}$ endet. Das charakteristische Verhalten muß man bei der Berechnung von R_a berücksichtigen. Der in den Kenndaten angegebene Brennspannungswert ($U_B \approx 140$ V) gilt für Gleichstrombetrieb bzw. für den mit $I_{k\ min}$ bis $I_{k\ max}$ gekennzeichneten Bereich der Kennlinie. Wird die Anzeigeröhre spitzenstrommäßig weitgehend ausgenutzt, so ergeben sich höhere Brennspannungswerte, die bei der Berechnung von R_a zu beachten sind. Werden diese Korrelationen übersehen, so tritt ein sehr

kleiner Katodenspitzenstrom auf. Ein Ansteigen der Brennspannung (durch große Impulsströme) bedeutet, daß U_b größer sein muß als die für einen bestimmten Spitzenstrom I_{ks} zu erwartende Brennspannung U_B. Das gilt auch für den Punkt, da die Brennspannung den Grenzwert $U_{b\ min}$ überschreitet.
Bild 14 zeigt eine Industrieschaltung. Sie basiert auf der Prinzipschaltung des Bildes 11. Interessant ist, wie die Katodenvorspannung gewonnen wird (Spannung U_{kk}, die zwischen einer eingeschalteten und den ausgeschalteten Katoden auftritt). In Bild 14 wird die Potentialdifferenz zwischen der eingeschalteten und den ausgeschalteten Katoden in dem Moment wirksam, in dem eine Katode durch einen negativen Impuls angesteuert und gezündet wird. Die übrigen nichtgezündeten Katoden sind in diesem Beispiel für den Ansteuerzeitraum t_{pk} um 90 V positiver.

3. Stromversorgung

Zu den wichtigsten Unterschieden von Ziffernanzeigeröhren gegenüber den in Bauplan Nr. 33 vorgestellten Festkörperanzeigen (LED-Bauelemente) gehört die erforderliche hohe Betriebsspannung, die Probleme sowohl bei ihrer Erzeugung als auch hinsichtlich der Sicherheit bringt. Industriell ist der Betrieb mit gleichgerichteter Wechselspannung dominierend, gewonnen aus einer entsprechend dimensionierten Wicklung auf dem Netztransformator. Das wird jedoch nicht immer möglich sein, vor allem nicht beim Amateur, der sich seine Transformatoren (aus guten Gründen!) nicht selbst wickelt. Außerdem ist vielfach auch Batteriebetrieb erforderlich. In all diesen Fällen hilft ein Transverter, d. h. eine Baugruppe, die eine niedrige Gleichspannung in einer (meist selbstschwingenden) Stufe in eine Spannung relativ hoher Frequenz umwandelt, die sich über einen Manifer-Übertrager nahezu »unbegrenzt« erhöhen läßt. Sekundär erhält man nach der Gleichrichtung die erforderliche Betriebsspannung für die Anzeigeröhre. Die folgende Betrachtung zeigt, daß der Energiebedarf nicht nur in der Größenordnung von LED-Bauelementen liegt, sondern daß sogar der wesentlich unter 100 % liegende Transverter-Wirkungsgrad die Entscheidung durchaus nicht zuungunsten der Ziffernanzeigeröhre verschiebt!
Festkörpersymbolanzeigen benötigen zwar kleinere Betriebsspannung, dafür aber größere Ströme. Ihre Ziffernhöhe ist gegenwärtig noch relativ klein (z. B. 3 mm oder 7 mm). Während Ziffernanzeigeröhren eine von der Ziffer unabhängige konstante Stromaufnahme haben, brauchen LED-Bauelemente den größten Strom für die 8. Eine VQB 71 z. B. mit etwa 7 mm Ziffernhöhe hat einen Nennstrom je Balken von 15 mA (man benötigt allerdings je nach Umgebungsbedingungen meist weniger) bei 3,6 V. Die Ziffer 8 braucht also (maximal) 105 mA. Da die Diodencharakteristik ebenfalls eine höhere Betriebsspannung und einen Widerstand zur Strombegrenzung erfordert, kommt man z. B. bei 5 V zu einem Leistungsbedarf von 5 V · 105 mA = 525 mW. Eine mit 2 mA bei 180 V betriebene Z 570 M nimmt dagegen einschließlich Vorwiderstand für jede beliebige Ziffer nur etwa 360 mW auf, also etwa zwei Drittel der VQB 71. Ihre Ziffer ist außerdem wenigstens doppelt so weit lesbar!
Geht man von den eben ermittelten Zahlen aus, so lassen sich Ziffernanzeigeröhren z. B. noch aus einer Spannungsquelle mit einem Wirkungsgrad von wesentlich kleiner als 1 betreiben, bevor das Gerät den gleichen Energiebedarf für die Anzeige hat wie bei einer LED vom Typ VQB 71.
Ein Spannungswandler für wenige Volt Eingangsspannung, der eine oder mehrere Ziffernröhren speisen soll, paßt nahezu in eine Streichholzschachtel. Er kann z. B. aus einer 6-V-Batterie genügender Kapazität oder aus dem Klingeltransformator (mit Brückengleichrichtung und etwa 1000 µF/16 V) betrieben werden.
Die benötigten relativ kleinen Leistungen lassen sich meist mit einem einzigen Transistor umwandeln. Am sichersten gegen »Hochlaufen« bei Leerlauf ist der Flußwandler, wie ihn einer der Autoren bereits 1973 in H. 1, »radio-fernsehen-elektronik«, zusammen mit anderen Versorgungsmöglichkeiten beschrieben hat (W. Müller, »Spezielle Betriebsspannungsquellen für gasgefüllte Anzeigeröhren«, Bild 15: Stromlaufplan mit Wickeldaten, Bild 16: Ausführungsbeispiel in Leiterbild und Bestückungsplan, Bild 17: praktisches Muster). Durch den verwendeten Germanium-Transistor mit seiner niedrigen Grenzfrequenz blieb die HF-Störspannung dieser Schaltung ohne besondere Maßnahmen unter

den zulässigen Grenzwerten. Am Muster wurden gemessen: 5 kHz Schwingfrequenz bei 1 Röhre (sinkt bei höherer Belastung); akustische Störung gering, wenn Übertrager in flüssiges Wachs getaucht wird. Maximale Kollektor-Emitter-Spannung bei 12 V Batteriespannung: 25 V; Leerlaufstrom: 60 mA; Leerlaufspannung: 300 V; Wirkungsgrad etwa 50 % bei Betrieb mit 2 Röhren und Anodenwiderstand von etwa 22 kΩ bei I_a von je etwa 2 mA. Einen ähnlichen Wirkungsgrad erreicht die Schaltung nach Bild 18, die ebenfalls der Literatur entnommen wurde. Wegen der auftretenden größeren Störspannungen mußte sie jedoch gegenüber der Literaturquelle modifiziert werden. Die Klammerwerte gelten für Betrieb einer einzigen Röhre (z. B. »Würfel« in Abschnitt 6.) bei Einsatz eines SF 126 o. ä., während die Ursprungswerte für die vier Röhren des »Kalenders« nach Abschnitt 6. gelten.
Ein interessanter Vorschlag stammt schließlich von K.-H. Bläsing. Statt des Flußwandlers (d. h. Energieübertragung erfolgt in der Einschaltphase des rückgekoppelten Transistors) wird ein Sperrwandler gleicher Kerngröße benutzt. Nun speichert der Transistor in der Flußphase im Kern Energie, deren Größe u. a. vom Basiswiderstand bestimmt wird. Die Röhre ist (Betrieb von Einzelröhren ohne Vorwiderstand möglich) so angeschlossen, daß die Anode erst dann positive Spannung erhält, wenn der Transistor die Sperrphase erreicht hat. In diesem Falle liefert nämlich der Kern die in ihm gespeicherte magnetische Energie in den angeschlossenen Verbraucher, wobei die auftretende Spannung wesentlich über der in der Flußphase durch das Übersetzungsverhältnis bestimmten liegt. Durch geschickte Dimensionierung des Übertragers (Bild 19) erreicht man bei Speisung aus TTL-üblicher Spannung (5 V ± 5 %) z. B. folgende Werte: U_{CE} in der kritischen Sperrphase höchstens 60 V (also genügt ein SF 128 durchaus!), U an der Röhre während der Flußphase weniger als 50 V (also keine Zündung in der verbotenen Richtung möglich; Einsparung des Gleichrichters!), Stromaufnahme nur etwa 30 mA (!). Die Röhre zeigt in der Sperrphase des Transistors, wenn sie also (periodisch mit mehr als 50 kHz Folgefrequenz) gezündet wird, trotz eines oszillografisch ermittelten Spitzenstroms von nur etwa 3 mA bei einem Tastverhältnis von weniger als 1 : 3 eine helle, gleichmäßige Glimmbedeckung.
In Weiterführung des Gedankens (der eigentlich einen der Vorteile dieser Schaltung, nämlich die Verluste im Vorwiderstand zu vermeiden, aufhebt) können mit »optimierten« Vorwiderständen um oder über 10 kΩ auch mehrere Röhren sicher betrieben werden. Bei 2 Röhren und je 22 kΩ z. B. wurden je Röhre primär nur 130 mW für helle Anzeige benötigt. Sowohl mit der Betriebsspannung wie auch mit dem Basiswiderstand läßt sich die Anzeigehelligkeit der Umgebung anpassen (z. B. bei entsprechender Erweiterung auch automatisch mit Fotowiderstand!). Übergang von 5 V auf 12 V Betriebsspannung brachte eine wesentlich geringere Steigerung der Sperrphasenspannung, solange die Röhre gezündet war, also selbst dabei noch keine Gefährdung des Transistors. Übrigens ist auch eine versehentliche Berührung dieser durch fehlendes Lade-C charakterisierten, relativ hochfrequenten Spannung bei weitem nicht so kritisch wie die Berührung der gleichen Spannung z. B. an der Sekundärwicklung eines Netztransformators für den Betrieb von Ziffernröhren! Für über diesen Bauplan weitergehende Experimente sei dieses Schaltungsprinzip daher sehr empfohlen. Die Stromversorgungsmodule der Beispiele in Abschnitt 6. sind dagegen noch mit dem vorher geschilderten Flußwandler nach Bild 18 bestückt, die zunächst den Vorteil haben, daß sie bei abgeschalteter Last den Transistor wesentlich weniger gefährden. Er wird allerdings thermisch in der geforderten Dimensionierung bereits »fühlbar«, aber nicht unzulässig beansprucht, wenn man den Basiskreis nicht gerade niederohmig umdimensioniert.

4. Ansteuerbauelemente für Anzeigeröhren

4.1. Transistor

In den Ausführungen zur Katodenvorspannung wird gefordert, daß zwischen den Katoden der Anzeigeröhren eine Vorspannung U_{kk} von 60 bis 100 V (bzw. 115 V) anliegen soll. Für die in den Katodenzuleitungen liegenden Schalttransistoren muß folglich die Spannungsfestigkeit der Kollektor-Basis-Strecke (U_{CB}) und der Kollektor-Emitter-Strecke (U_{CE}) dieser Größenordnung entsprechen. Speziell für gasgefüllte Anzeigeröhren wurden daher die Silizium-npn-Transistoren SS 200 bis SS 202 in Miniplastausführung entwickelt. Tabelle 4 gibt ihre Grenzwerte wieder.

4.2. TTL-Schaltkreis MH 74141

Dieser integrierte Schaltkreis (Bild 20) ist ein BCD-Dezimal-Dekoder mit 4 Eingängen (A, B, C, D) zur Eingabe der binär verschlüsselten Dezimalziffern, wie sie z. B. aus dem Zählerschaltkreis D 192 ausgegeben werden (Tabelle 5). Der IS verfügt über 10 hochsperrende Ausgänge, die zum Ansteuern von Ziffernanzeigeröhren unter Berücksichtigung der auftretenden Sondenpotentiale benötigt werden. Die Katoden sind direkt an den Schaltkreis anzuschließen. Eine separate Bereitstellung der U_{kk} ist nicht erforderlich (Bild 21). Die Ausgänge der IS sind mit Z-Dioden versehen, die zum einen die Sondenspannungen auf ein einheitliches Niveau von etwa 70 V abbauen und zum anderen die Katoden in dem gewünschten Spannungsbereich U_{kk} von 60 bis 100 V (bzw. 115 V) halten.
Über die Ausgänge kann ein Ausgangsstrom bis zu $I_{OL} = 7$ mA fließen. Das bedeutet, daß alle vorgestellten Röhren (auch die Z 568 M) mit $I_{k\,max} = 7$ mA durch diese IS angesteuert werden dürfen. Die Stromaufnahme der IS selbst beträgt bei $U_S = 5$ V: $I_S = 42$ mA (typisch 21 mA). Dieser Wert muß bei der Auslegung der Stromversorgung berücksichtigt werden. Dem vorgestellten Typ entsprechen weitgehend andere gelegentlich im Handel erhältliche IS mit folgenden Bezeichnungen: K155ИД (SU), SN 74 141 (NSW-Firmen).

5. Einbauhinweise für Ziffernanzeigeröhren

5.1. Fassungen

Für die Röhren Z 560 M, Z 561 M, Z 566 M und Z 567 M ist die kleinere Fassung in Bild 22 vorgesehen; außerdem erkennt man eine Fassung für die Z 568 M. Die mechanischen Abmessungen sowie die Maße für die erforderlichen Bohrungen zur Befestigung und zum Einbau in ein Gerätechassis sind den Maßskizzen nach Bild 23 und Bild 24 zu entnehmen.
Da diese Fassungen im Amateur-Bauelementehandel nur selten erhältlich sein werden, ist ein geeigneter Eigenbau zu empfehlen. Dafür gibt es 2 Möglichkeiten: einmal die Einzelfassung, die analog industriellen Vorbildern als separates Bauelement in die Schaltungen eingebaut wird, und zum anderen die Fassung als Bestandteil einer Leiterzuganordnung auf einer Leiterplatte. Ausgangspunkt sind die Bohrschablonen in Bild 25 und Bild 26 im Maßstab 1 : 1. Sie können als Vorlage zum Durchkörnen der Bohrmarkierungen auf das Trägermaterial oder zum Anfertigen einer Bohrschablone aus Blech dienen.
Für die Einzelfassung wird Hartpapier oder Hartgewebe verwendet. Die auf vier konzentrischen Kreisringen angeordneten Bohrmarkierungen haben alle einen Durchmesser von 1,3 mm. Die Bohrungen auf den Ringen 1 und 3 nehmen ein Paar Drahtfedern aus dem System Amateurelektronik auf und halten diese. In die Bohrungen des Ringes 2 werden die Anschlußstifte der Röhre eingeführt, durch Bohrung 4 erfolgt die Drahtverbindung zur Schaltung. Ist die Fassung in die Leiterplatte mit einbezogen, so sind die Bohrungen auf Ring 4 mit Lötaugen zu versehen (Bild 27). Mit einem durch die Bohrung durchgesteckten Draht werden Lötauge und Federpaar miteinander verlötet. Die außerdem in Bild 27 dargestellte Art, die Feder direkt auf dem Ring 4 anzulöten, ist nicht zulässig. Die Federn lassen sich bei dieser Methode durch den eingeführten Stift nicht genügend aufweiten. Für nicht zu beschaltende Röhrenanschlüsse (Stifte) müssen auch keine Kontaktfedern eingebaut werden. Dann ist es möglich, die entsprechenden Bohrungen auf den Ringen 1, 3 und 4 einzusparen. Anzeigeröhren mit Steckerstiften dürfen nicht direkt in eine Schaltung oder Leiterplatte eingelötet werden. Diese starre Verbindung sowie die Lötwärme können zu Haarrissen des Glases im Bereich der Stifte führen. Als Folge der Risse dringt Luft in die Röhre, und sie ist funktionsunfähig.

5.2. Einlöten in Leiterplatten

Für diese Verbindungsart eignen sich alle Röhren mit verzinnten Drahtanschlüssen, also Röhren der Gruppe Z 570 M, Z 580 M und Z 590 M. Für sie sind Bohrschablonen nach Bild 28 zu verwenden. Die Lötstellen müssen mindestens 5 mm vom Glaskolben entfernt sein, d. h., daß zwischen dem Kolbenboden der Röhre und der Leiterplattenoberfläche ein geringer Raum bleibt, der von der Dicke des Leiterplattenmaterials abhängt.
Zur exakten Ausrichtung und Fixierung der Röhre während des Lötens kann sie auf entsprechend dimensionierte Distanzhilfen aus Hartpapier gesetzt werden. Beim Herstellen der Bohrschablone nach Bild 29 für die Z 590 M empfiehlt es sich, die Schablone auf ein Mehrfaches der vorgegebenen Rastereinheit umzusetzen, wenn die dadurch bedingten größeren Einbauabstände zwischen den Röhren nicht stören.

5.3. Behandlung des Filterlacks

Durch äußere Einwirkung (z. B. Kolophonium) kann der rote Filterlacküberzug der Röhre verschmutzen. Vorsicht bei der Säuberung! Auf keinen Fall Lacklösungsmittel verwenden! (Spiritus kann schon anlösen!)

5.4. Anordnung im Sichtfenster

Aus ästhetischen Gründen soll der Bereich des Röhrenkolbens unterhalb der untersten Glimmerscheibe abgedeckt sein. Damit bleibt gelegentliches Mitglimmen der Zuleitungen unsichtbar. Einige Vorschläge:
- schwarzes Abdeckband (wie es zur Rahmung von Diapositiven verwendet wird) um diesen Bereich der Röhren kleben,
- die Röhre dicht an die entsprechend groß ausgeschnittene Fensteröffnung setzen,
- einen schwarzen Pappstreifen vor dem abzudeckenden Bereich befestigen.

5.5. Farbfilter für Anzeigeröhren ohne Rotfilterlack-Überzug

Zur Kontraststeigerung und zur deutlicheren Darstellung des Ziffernbildes empfiehlt sich bei Röhren ohne Filterlack-Überzug ein rotes oder orangefarbenes transparentes Filter. Unlackierte Röhren sind durch eine zusätzliche Null am Ende der Typenzahl gekennzeichnet, z. B. Z 5710 M.
Anzeigeröhren ohne eingefärbte Röhrenkolben sind für Geräte gedacht, deren Anzeigefenster durch eine rote, für alle Anzeigeröhren gemeinsame Filterscheibe abgedeckt ist. Diese Möglichkeit wird dann angewendet, wenn sich die Röhren nicht unmittelbar hinter der Fensteröffnung anordnen lassen oder wenn die Röhrenkolben den Einblick ins Geräteinnere freigeben. Als Frontscheiben eignen sich für den Amateur:
- Kunststoffolien (die ggf. zwischen zwei Glas- oder Piacrylscheiben stabilisiert werden); solche Folien erhält man im Schreibwarenhandel in einer Bastelmappe!

– Glas- oder Piacrylscheiben (durchgefärbt),
– Glas- oder Piacrylscheiben, die mit transparentem Lack überzogen sind.
Der Röhrenkolben kann auch mit einem geeigneten transparenten Lack durch Tauchen überzogen werden.
Achtung, ungefiltertes Glimmlicht belichtet Fotopapier!

6. Ziffernröhren-Mosaik

Nach den beiden wichtigen Erkenntnissen, daß Ziffernröhren für viele Anwendungen relativ leicht anzusteuern sind (z. B. direkt durch Schalter oder durch Dekoderschaltungen »1 aus n«) und daß ihr Energiebedarf vergleichbar oder sogar kleiner als der etwa einer 7-Segment-Anzeige vom Typ VQB 71 (mit nur 7 mm Ziffernhöhe!) ist, werden die Fortgeschrittenen bereits zahlreiche Einsatzmöglichkeiten erkennen. Es erschien uns daher richtig, auf alle wichtigen Betriebshinweise ausführlich einzugehen. Da jedoch die Ziffernröhrenseite bereits in den vorangegangenen Abschnitten allgemein behandelt wurde, genügen auch relativ kurze Erläuterungen. Diese Beispiele sind also mehr aus den Bildern abzulesen.

6.1. Kalenderanzeige

Sicherlich werden Uhrenschaltkreise mit Datumsausgabe in absehbarer Zeit ebenfalls zugänglich sein. Vorläufig hätte es aber höchstens in Verbindung mit einer schon vorhandenen Digitaluhr Sinn, einen »Tagestakt« abzuleiten, der dann aber wegen der unterschiedlichen Monatslänge sowie der Schaltjahressprünge nochmals mit umfangreicher Logik verarbeitet werden müßte (wenn greifbare TTL-Technik eingesetzt wird). Zwischen »Abreißkalender«, primitiven drehbaren Pappscheiben oder auch viel aufwendigeren mechanischen Lösungen der Datumsanzeige und der automatischen rein elektronischen Anzeige steht das Beispiel nach Bild 30. Man lernt an ihm, wie Schalter für solche Zwecke eingesetzt werden können, denn mit 3 Schaltern werden Tag und Monat angewählt. Das täglich notwendige manuelle Fortschalten erfolgt »diskret« rückseitig, so daß die Frontplatte immerhin recht eindrucksvoll zeigt, »wo man gerade lebt«. Sicherlich eine Spielerei, doch soll dies auch mehr als Übung für Sinnvolleres dienen.
Beispiele: Den Schaltern werden die Kodefarben von Widerständen zugeordnet, und die Ausgabe zeigt den Widerstandswert an. Oder man nutzt nur die mechanische Anordnung als eine der Möglichkeiten, ziffernanzeigebestückte Meßgeräte in der vorgestellten Form in »Amateurelektronik«-Gehäusen aus handelsüblichen Teilen zusammenzusetzen. Bild 31 zeigt die Leiterplatte, und Bild 32 gewährt Ansichten des Mustergeräts. Bild 33 zeigt die Anordnung der Leiterplatte, wenn die übliche Reihenfolge Tag – Monat angewendet wird. Aus bestimmten Gründen gibt der abgebildete »Kalender« nämlich das Datum in der im technischen Bereich oft benutzten Reihenfolge Monat – Tag aus. Neben dem Anzeige- und Schalteinschub befindet sich der Stromversorgungsmodul. Bei anderer Gerätegestaltung würde man dort noch Platz für die Jahreszahl haben, was aber selten Sinn haben dürfte. Die Stromversorgungseinheit ist nach den Gesichtspunkten in Abschnitt 3. gestaltet und wurde auch im folgenden Gerät eingesetzt. Unterschiedlich sind lediglich (wegen des ungleichen Strombedarfs) die jeweils verwendeten Transistoren: KU 611 (bei Polaritätsumkehr auch GD 160) in diesem und SF 126 (o. ä., da nur eine Röhre) im nächsten Beispiel. Die gewählte Version hat 2 große Vorteile: Zum einen wird ein handelsüblicher Klingeltransformator, nach der »2-Schenkel-Methode« gewickelt, benutzt, und zum anderen ist prinzipiell auch Batterieanschluß möglich. (Das Datum z. B. wird ja durch die mechanischen Schalter »gespeichert«, ist also »nichtflüchtig«, wenn man nur zum Abfragen einschaltet!) Durch die »Sandwich«-Konstruktion des Moduls läßt sich auch der Transverter allein einschieben, und es wird nur aus Batterien gespeist. Das können für Kurzzeitbetrieb z. B. schon 3 RZP2 sein! (Die Stromaufnahme liegt unter 300 mA.) Ebensogut kann die Niederspannungsseite zusammen mit dem Transformator allein benutzt werden, und die zweite »Sandwich«-Platte erhält eventuell eine einfache Stabilisierungsschaltung für TTL-Schaltkreise (4,75 bis 5,25 V).

Der Klingeltransformator KT 07, der aus seinem ursprünglichen Gehäuse vom Sachkundigen mit entsprechender Vorsicht auszubauen ist (Anfänger benutzen ihn unverändert und dafür als externe Spannungsquelle zum Gerät quasi »in der Netzschnur«!), wird mit Abstandsbolzen und M3-Senkschrauben auf der Gleichrichter-Leiterplatte befestigt. Zwei passend gekürzte Gewindebuchsen bilden die Gegenmuttern, auf die die Transverterplatte geschraubt wird.
Das einzige Montageproblem bringen die Aluminiumdrähte der Sekundärwicklung. Entweder schraubt man sie auf der Leiterplatte fest oder benutzt Lüsterklemmen, in die gleichzeitig 0,8-mm-Cu-Drähte eingeklemmt werden. Diese sind dann in die entsprechenden Bohrungen der Gleichrichter-Leiterplatte einzulöten.
Die Netzanschlußseite muß so gestaltet sein, daß mit Sicherheit ausreichender Abstand zu Kern und Sekundärkreis besteht und bleibt (auch im Fehlerfall!). Lüsterklemmen oder in die Platte in je zwei Bohrungen eingelötete 1-mm-Bronzedrähte sind Möglichkeiten dazu. Bei der letztgenannten Art biegt man die Drahtenden gemäß Bild 34 eng haarnadelähnlich so, daß sie mit einer vom Elektrorasierer oder von Kofferempfängern mit Netzanschluß her bekannten Steckerschnur kontaktiert werden können. Nach Bild 34b erhält die Rückwand einen aus einer »Kappe 1« von »Amateurelektronik« gesägten Kragen, in den noch ein Begrenzungsstück eingeklebt wird. Dadurch ist es dann ausgeschlossen, daß nur ein Steckerpol kontaktiert, während der zweite versehentlich berührt werden könnte. Nochmals sei eindringlich darauf hingewiesen, daß nur der Sachkundige diese Netzanschlußseite gestalten darf, während der Anfänger das Gerät mit der Niederspannung des gekapselt bleibenden, extern aufgestellten KT 07 zu speisen hat!
Weitere Informationen zum Netzteil und zum Kalenderteil gibt Bild 36, während Bild 35 die Leiterbilder und die Bestückungspläne zeigt. Die Daten des Transverters und seine »Randprobleme« wurden bereits in Abschnitt 3. behandelt. Hinweis: Bei der Gestaltung des Gehäuseausschnitts für die Anzeigeröhren (er wurde von innen mit einer roten, durchsichtigen Folie abgedeckt) sollten die im entsprechenden Bild erkennbaren Proportionen eingehalten werden. Da die Röhren naturgemäß nicht unmittelbar mit der Außenfläche abschließen, sondern nach innen gerückt sind, hat man sonst nach oben hin einen zu stark eingeschränkten Blickwinkel. Das gilt sinngemäß auch für die seitliche Ausdehnung des Ausschnitts!

6.2. Elektronischer »Würfel«

Wegen der sehr preiswerten MSI-Schaltkreise aus dem Institut für Mikroelektronik Dresden lag es nahe, die Ziffernanzeige mit einer relativ einfachen Schaltkreisanordnung zu verbinden. Das Beispiel hat folgende Eigenschaften: Ansteuern der Röhre durch Transistoren, die von den Ausgängen einer Ringzähleranordnung aus 2 × P 195 C (4-Bit-Schieberegister für je 13,40 M) emitterseitig angesteuert werden. In der Schaltung nach Bild 37 wird nämlich vom »Taktgenerator« (einfache Schaltung durch Ableiten des Taktes aus der Transverterfrequenz mit Impulsformung durch Transistorstufe) eine »Null« durch die beiden Schaltkreise »durchgeschoben«.
Alle 8 Taktimpulse schaltet damit der jeweilige Registerausgang den angeschlossenen Emitter nach Masse durch, und die zugehörige Ziffer leuchtet. Der Fortgeschrittene erkennt wieder bereits zahlreiche weitere Einsatzmöglichkeiten und Varianten. Es sei darauf hingewiesen, daß im nächsten Bauplan diese Schaltkreise Hauptthema sein werden! Ein »normaler« Würfel gibt zwar nur bis 6 aus, doch wären dann zwei Registerstufen überflüssig gewesen. Da der P 195 C bei Manuskripterarbeitung jedoch in größeren Mengen verfügbar war, wurde für die sonst nur nötigen zwei weiteren Bit keine andere Lösung gewählt. Außerdem bietet ein »Zufallsgenerator 1 bis 8« auch mehr Variationen beim Einsatz. Die Schaltung wird jeweils mit der Taste gestartet, die man dann nach beliebiger Zeit wieder losläßt. Dabei bleibt irgendeine Zahl zwischen 1 und 8 angezeigt, die sich infolge der Schnelligkeit des Durchlaufs (Schiebetakt genügend schnell!) nicht bewußt beeinflussen läßt. Wird statt dieser ge-

wollten »Zufallssteuerung« dagegen ein »Zähler bis 8« gewünscht, so braucht man lediglich den Eingang statt vom Transverter durch eine prellfreie Taste zu steuern, für die es bekannte Schaltungen gibt. Oder man steuert z. B. mit einem Sekundentakt an, der zur Zeit $t = 0$ angelegt wird, und hat eine Stoppuhr bis 8 s. Hinweis zum Selbstentwickeln dieser Variante: Rückstellen der Register ist über die Paralleleingänge möglich, die beim »Würfel« nicht benutzt sind.
Bild 38 zeigt Leiterbild und Bestückungsplan der Ringzählerschaltung, Bild 39 enthält die gleichen Informationen für die Anzeige. Diese Anzeige wurde für alle 10 Ziffern bestückt, damit sie universell als Zähldekade in »Amateurelektronik«-Gehäusen der Bautiefe 99 mm eingesetzt werden kann. (Die Ansteuertransistoren sind auf der jeweiligen Spezialplatte angebracht und lassen sich frei kodieren.)
Die beiden Einheiten setzt man nach Bild 40 zusammen und verdrahtet nur die Ziffern 1 bis 8. Den nötigen mechanischen Halt geben im Rand beider Platten eingesetzte steifere Verbindungsdrähte sowie Führungselemente des Systems »Amateurelektronik«. Der daraus verwendete Gehäusetyp hat die Breite 110 mm (Tiefe 99 mm, Innenhöhe 58,5 mm), dem angepaßt ist die Ringzählerplatte, die senkrecht eingeschoben wird.
Die Netzteil-Transvertereinheit analog Abschnitt 6.1. (nur jetzt mit SF 126 D bestückt) läßt noch so viel Platz, daß in das Gehäuse eine zweite »Dekade« eingeschoben werden könnte. Mit entsprechend erweiterter Logikschaltung ist es auch möglich, einen »Lottozahlengenerator« von 1 bis 99 zu bauen. Das Gesamtgerät deutet schon durch seine Proportionen auf die Anwendung »Würfel« hin. Der Startschalter ist eine beliebige nichtrastende Taste, in der Deckplatte montiert. Durch Verwendung kleiner Wandelemente und sinnvolle Auswahl von Klebestellen ergibt sich eine leicht demontierbare Lösung, wie die Geräteansichten nach Bild 41 beweisen.

6.3. Helligkeitsregelung

Es gibt Betriebssituationen, z. B. in Foto- und Röntgenlabors, bei denen das Glimmlicht von Anzeigeröhren zeitweilig als zu hell empfunden wird oder sogar blendet. Zur individuellen Regelung der Helligkeit von Anzeigeröhren sind die beiden Schaltungen nach Bild 42 und Bild 43 gedacht. Mit der relativ aufwendigen Schaltung nach Bild 42 wird der Katodenstrom durch die Anzeigeröhren katodenseitig rhythmisch unterbrochen. Das geschieht mit einer Frequenz, die außerhalb der Wahrnehmbarkeitsgrenze des menschlichen Auges liegt. Mit dem Potentiometer P (statt dessen läßt sich auch ein Fotowiderstand einsetzen) wird kontinuierlich die Impulsfolgefrequenz und damit der mittlere Strom durch die Röhre geändert. Die Größe des mittleren Stroms beeinflußt die Helligkeit des Glimmlichtes.
Eine andere Möglichkeit bietet ein Thyristor nach Bild 43.

6.4. Stockwerksanzeige

Bild 44 zeigt, wie Anzeigeröhren zur Anzeige des Kabinenstandes in Aufzugsanlagen eingesetzt werden können. Dieses Beispiel ist sicherlich auch für manche ähnliche Fälle in der betrieblichen Kleinrationalisierung sinnvoll. Es handelt sich um eine Anlage für mehr als 9 Stockwerke. Eine Diodenmatrix ähnlich Bild 45 verhindert, daß in bestimmten Schaltstellungen nichtgewünschte Ziffern mit angesteuert werden. Die Steuerung erfolgt über mechanische Kontakte, wie das auch beim Kalenderbeispiel war.
Zur Anzeige von maximal 9 Stockwerken genügt jeweils eine Anzeigeröhre für jedes Stockwerk und für die Fahrkabine. In diesem Fall entfällt die Diodenmatrix. Anzeigeröhren haben gegenüber Glühlampen den Vorteil, daß zum einen die Bedienteile und Anzeigetableaus wesentlich weniger Platz und Material beanspruchen und daß zum anderen durch die hohe Lebensdauer der Anzeigeröhren diese kaum ausgewechselt werden müssen.

6.5. Anzeigeeinheit für Belichtungszeitgeber

Die Schaltung (Bild 45) zeigt 2 Anzeigeröhren Z 590 M mit einer Diodenmatrix, die vom Prinzip her der der Stockwerksanzeige ähnlich ist.
Es handelt sich um das Anzeigeteil eines elektronischen Belichtungszeitgebers. Das Zusammenschalten der Katoden beider Anzeigeröhren ergibt die folgenden durch einen Stufenschalter nacheinander einschaltbaren Zahlen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60. Diese Zahlen stehen für die gewählten Belichtungszeiten in Sekunden.
Der Einsatz von Anzeigeröhren hat gegenüber 7-Strich-Anzeigebauelementen (LED, Digitron u. a.) den Vorteil des wesentlich geringeren Diodenaufwandes für die Matrix. Die vorgestellte Kodierung kann dem Anwendungsfall entsprechend leicht abgeändert werden. Die Schaltung selbst dürfte instruktiv genug sein. Leiterseite und Bestückungsanordnung zeigen Bild 46 und Bild 47.
Die Anzeigeeinheit wurde im Belichtungszeitgeber nach Bild 48 verwendet. Die Röhren werden mit Halbwellen direkt aus dem 220-V-Wechselstromnetz betrieben. Bei der Ausführung der Schaltung sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen streng einzuhalten, so daß dieser Einsatzfall (wie auch der vorher vorgestellte) dem fachlich Fortgeschrittenen vorbehalten bleiben muß.

Tabelle 1
Symbolhöhen und Sichtweiten handelsüblicher Ziffernanzeigeröhren

	Z 560/ Z 570 M	Z 566 M	Z 568 M	Z 590 M
Symbolhöhe [in mm]	15,5/13	30	50	10
Sichtweite [in m]	10/8	18	30	5

Tabelle 2
Empfohlene Anodenwiderstände für »Halbwellenbetrieb« für die erhältlichen Typen bei unterschiedlicher Betriebsspannung (bezogen auf Transformator)

	Z 560 M Z 561 M	Z 570 M Z 571 M Z 580 M Z 581 M	Z 566 M Z 567 M	Z 568 M	Z 590 M
U_{Treff} [in V]	R_a [in kΩ]	R_a [in kΩ]	R_a [in kΩ]	R_a [in kΩ]	R_a [in kΩ]
170	15	13	5,6	4,7	15
220	27	20	8,2	6,8	27
250	36	27	12	10	39
300	51	36	18	15	51

Tabelle 3
Empfohlene Anodenwiderstände bei »Vollwellenbetrieb«

U_{Treff} [in V]	Z 560 M R_a [in kΩ]	Z 570 M R_a [in kΩ]	Z 566 M R_a [in kΩ]	Z 568 M R_a [in kΩ]	Z 590 M R_a [in kΩ]
170	22	18	10	8,2	27
220	39	39	18	12	47
250	56	47	22	15	56
300	68	68	33	18	82

Tabelle 4
Handelsübliche Schalttransistoren für die katodenseitige Steuerung von Anzeigeröhren

	SS 200	SS 201	SS 202
Kollektor-Basis-Spannung [in V] U_{CBO}	70	100	120
Kollektor-Emitter-Spannung ($-U_{BE} = 1$ V) [in V] U_{CE}	70	100	120
Emitter-Basis-Spannung [in V] U_{EBO}		5	
Kollektorstrom [in mA] I_C		30	
Basisstrom [in mA] I_B		10	
Gesamtverlustleistung [in mW] P_{tot} bei $\vartheta_a = 25\,°C$		150	
Betriebstemperaturbereich ϑ_a		−40 °C bis +85 °C	
Kenngrößen			
Kollektor-Basis-Stromverhältnis h_{21E} $U_{CE} = 3$ V $I_C = 10$ mA		32	

Tabelle 5
Funktionstabelle des BCD-Dezimal-Dekoders MH 74 141 von Tesla für Anzeigeröhren (ähnliche Typen: K 155 ИД 1 aus der SU, SN 74 141 aus dem NSW, bisweilen im Handel erhältlich)

D	C	B	A	eingeschalteter Ausgang
L	L	L	L	0
L	L	L	H	1
L	L	H	L	2
L	L	H	H	3
L	H	L	L	4
L	H	L	H	5
L	H	H	L	6
L	H	H	H	7
H	L	L	L	8
H	L	L	H	9

Tabelle 6
Daten von Ziffernanzeigeröhren aus dem VEB WF Berlin (siehe auch die Sockelschaltungen in Bild 4!)

Gemeinsame Daten:
Leserichtung seitlich (nur bei Z 560[0]/561[0] M frontal)
Mindest-Anodenlöschspannung 120 V
Mindest-Betriebsspannung 170 V (nur bei Z 568/5680 M 200 V)
Umgebungstemperatur −10 bis +50 °C bei Betrieb
Katodenvorspannung 60 bis 100 V (115 V nur bei Z 573[0]/574[0] M)

Unterschiedliche Daten	Spalte
Anzeigesymbole	a
Symbolhöhe [in mm]	b
Anodenzündspannung [in V] U_z	c
Anodenbrennspannung [in V] U_B	d
Katodenstrom $I_{k\,min}/I_{DP\,min}$ [in mA]	e
$I_{k\,max}/I_{DP\,max}$ [in mA]	f
Katodenspitzenstrom $I_{ks\,max}$ [in mA]	g
leserichtiger Einbau (Stift- bzw. Draht-Nr.)	h
maximale Kolbenhöhe [in mm]	i
maximaler Kolbendurchmesser [in mm]	k

Typ	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Z 560 M, Z 5600 M	0 bis 9	15,5	145	135	1	2,5	10	8 oben	26,5	30,1
Z 561 M, Z 5610 M	W, −, A, +, V, %, Ω, ~	15,5	145	135	1	2,5	10	8 oben	26,5	30,1
Z 566 M, Z 5660 M	0 bis 9	30	150	140	3	6	20	8 vorn	62	29,2
Z 567 M, Z 5670 M	+, −, ~	18	150	140	3	6		8 vorn	62	29,2
Z 568 M, Z 5680 M	0 bis 9	50	≦200	145	4	7	25	10 vorn	100	50
Z 570 M, Z 5700 M	0 bis 9	13	150	140	1,5	2,5	12	7 vorn	47,6	19
Z 571 M, Z 5710 M	+, −, ~	10	150	140	1,5	2,5	8	7 vorn	47,6	19
Z 573 M, Z 5730 M	0 bis 9	13	150	140	1,5	2,5	12	7 vorn	47,6	19
	DP rechts				0,3	0,5	2,5			
Z 574 M, Z 5740 M	0 bis 9	13	150	140	1,5	2,5	12	7 vorn	47,6	19
	DP links				0,3	0,5	2,5			
Z 580 M, Z 5800 M	p, n, μ, m, k, M, G, T	13	150	140	1,5	2,5	12	7 vorn	47,6	19
Z 581 M, Z 5810 M	A, Hz, F, H, Q[1], S, Ω, V	13	150	140	1,5	2,5	12	7 vorn	47,6	19
Z 590 M, Z 5900 M	0 bis 9	10	150	140	1	2	10			
	DP beidseitig				0,1	0,3	1		34	12

1) bzw. als Variante S statt Q

Tabelle 7
Angebotsliste 1977 der VVB Bauelemente und Vakuumtechnik über nichtklassifizierte Bauelemente (Anfalltypen für den Bastlerbedarf) (Auszug: Anzeigebauelemente)

Typ	EVP/M	Typ	EVP/M
Z 570 M	6,10	VQC 32	14,15
Z 573 M	6,90	VQB 37	4,70
Z 774 M	6,90	VQB 71	9,10
Z 571 M	9,15	VQB 73	4,90
Z 566 M	15,25	VQA 11	1,35
Z 567 M	15,25	VQA 12	1,15
Z 568 M	19,10		
Z 580 M	9,15		
Z 590 M	9,15		

1. Auflage, 1.–25. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1978 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Rainer Erlekampf · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Vorauskorrektor: Ingeborg Kern · Korrektor: Ilse Fähndrich · Printed in the German Democratic Republic · Lichtsatz: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97 · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 19. April 1977 · Bestellnummer: 745 962 8

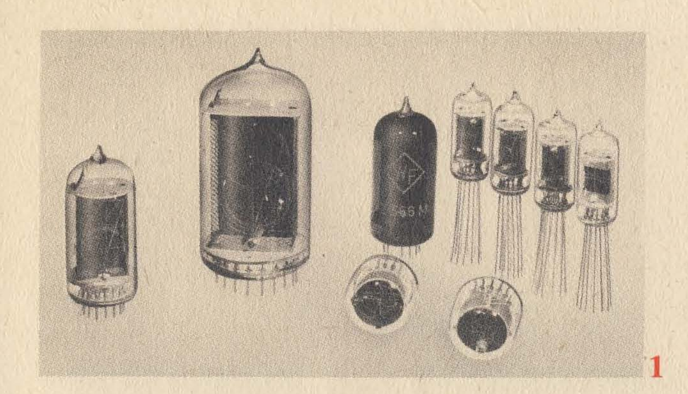


Bild 1
Auswahl von Ziffern- und Zeichenanzeigeröhren; von links nach rechts: Z 5660 M, Z 5680 M, Z 566 M, Z 5700 M, Z 5800 M, Z 5710 M; darunter: Z 5610 M, Z 5600 M

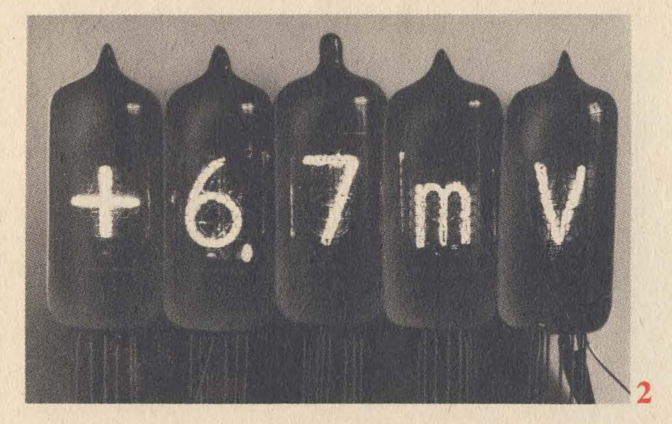
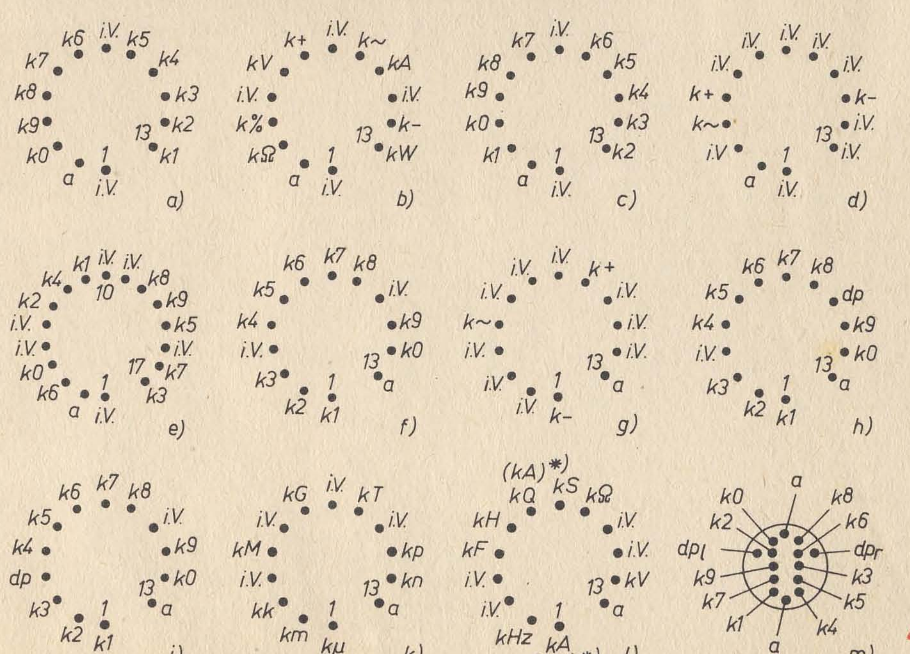


Bild 2
Eine der Kombinationsmöglichkeiten von Ziffern- und Zeichenanzeigeröhren: Ergebnisdarstellung eines Millivoltmeters

Bild 4
Sockelschaltungen von Ziffernanzeigeröhren, Draufsicht auf den Kolbenboden (Z vor und M hinter der Ziffer wurden weggelassen): a – 560/5600, b – 561/5610, c – 566/5660, d – 567/5670, e – 568/5680, f – 570/5700, g – 571/5710, h – 573/5730, i – 574/5740, k – 580/5800, l – 581/5810, m – 590/5900. Stern bedeutet »Variante«



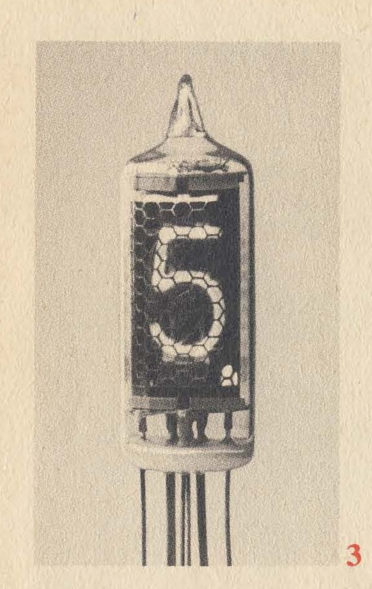


Bild 3
Z 590 M, kleinste Ziffernanzeigeröhre, Ziffergröße 10 mm, Dezimalzeichen rechts und links der Ziffern

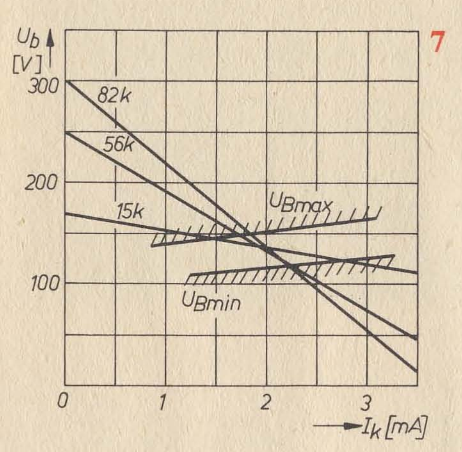


Bild 7
Geringe Katodenstromänderungen und damit geringe Helligkeitsschwankungen werden bei Betriebsspannungsschwankungen durch Wahl eines großen Vorwiderstandes erzielt

Bild 8
Spannungsverlauf zwischen Anode und Katode bei Halbwellenbetrieb

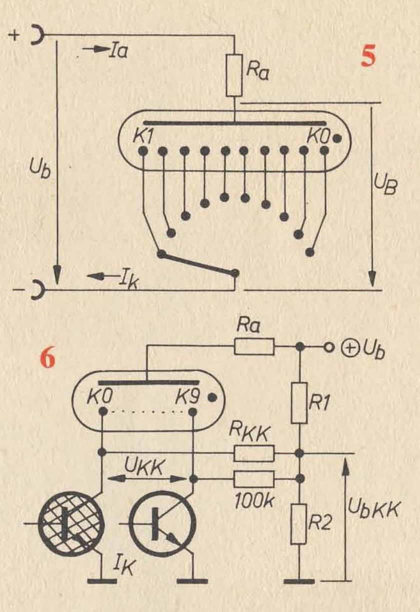
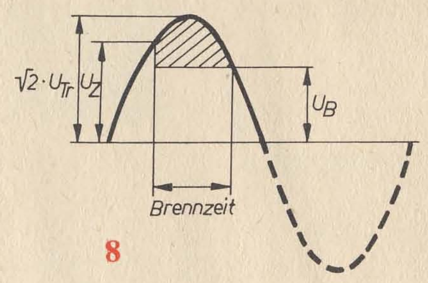


Bild 5
Grundschaltung einer Anzeigeröhre und Prinzip für Gleichspannungsbetrieb

Bild 6
Ansteuerung einer Anzeigeröhre mit npn-Transistoren, Grundschaltung für die Erzeugung der Katodenvorspannung U_{kk} mit Spannungsteiler



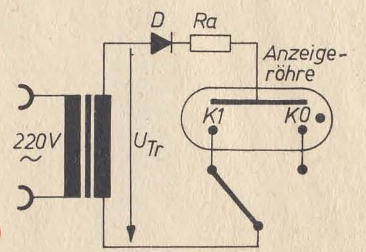


Bild 9
Grundschaltung bei Halbwellenbetrieb

a)
220V ~
b)
220V ~
K0
S0
11

Bild 10
a – Gr
Vollwe
Brücke
b – mi

Bild 11
Prinzip
Anzeig
und ne

Bild 12
Große
(Impuls
Brenns
Norma

Bild 13
Wichtig
Anzeig

Bild 14
Schaltu
Betrieb
negativ

Bild 15
Flußwa
spannu
keit: 5
Z 570 M
3x Z 56

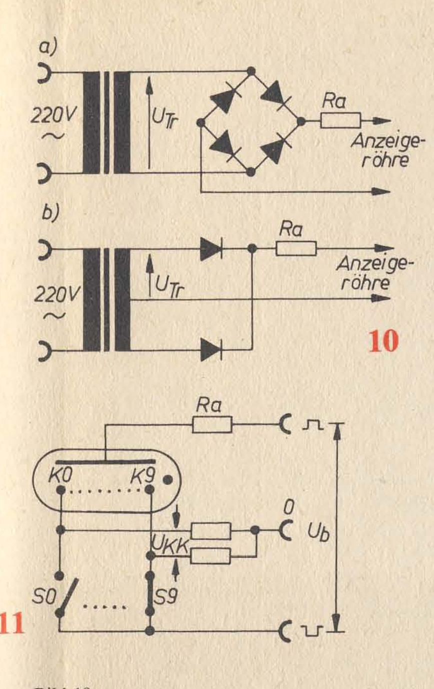


Bild 10
a – Grundschaltung für Vollwellenbetrieb mit Brückengleichrichter,
b – mit Zweiweggleichrichter

Bild 11
Prinzip der Ansteuerung einer Anzeigeröhre mit positiven und negativen Impulsfolgen

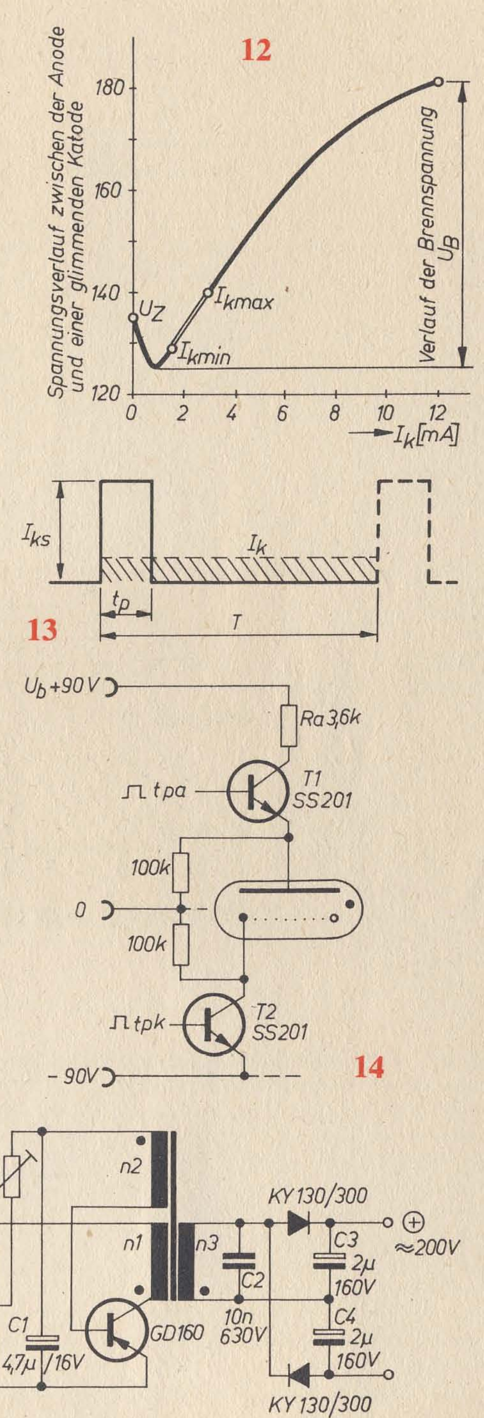


Bild 12
Große Katodenspitzenströme (Impulsbetrieb) lassen die Brennspannung über den Normalwert ansteigen

Bild 13
Wichtige Kenngrößen für Anzeigeröhren bei Impulsbetrieb

Bild 14
Schaltungsauszug für den Betrieb mit positiven und negativen Impulsspannungen

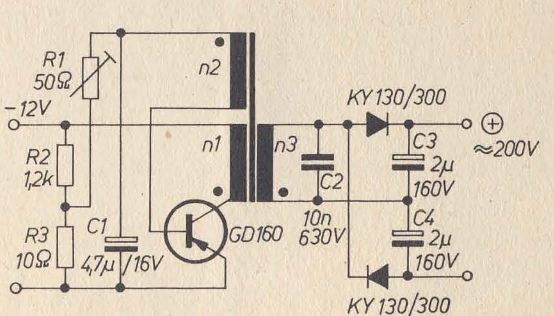


Bild 15
Flußwandler für 12 V Betriebsspannung (mögliche Belastbarkeit: 5 bis 6x Z 560 M oder Z 570 M bzw. 4x Z 566 M oder 3x Z 568 M)

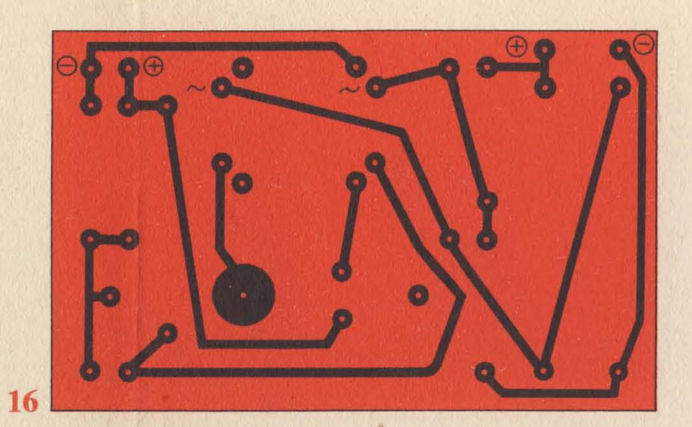


Bild 16
Leiterbild zu Bild 15,

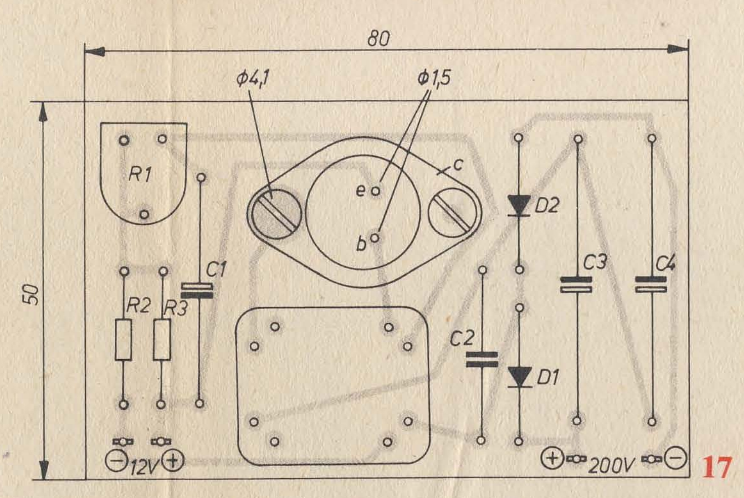


Bild 17
Bestückungsplan zum Bild 15
zum Einbau in beliebige Geräte

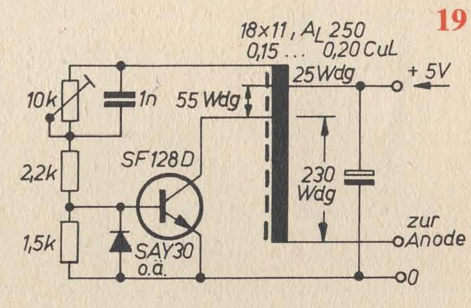


Bild 19
Sperrwandler ohne zusätzlichen Gleichrichter, ohne Anodenwiderstand für 1 Röhre, mit Widerstand auch für mehrere geeignet (nach Bläsing; radio-fernsehen-elektronik, H. 13/77, S. 447)

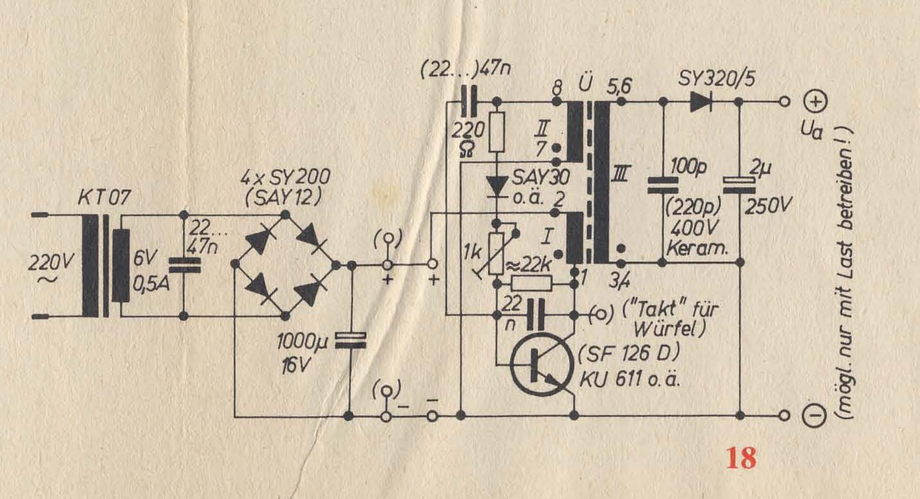
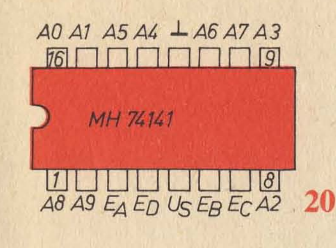
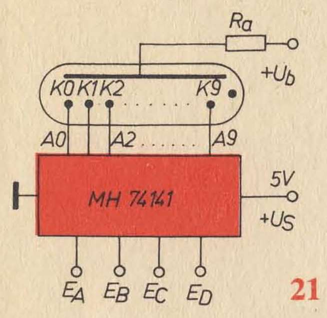


Bild 18
Modifizierter Gleichspannungswandler für 5 V Betriebsspannung mit Si-Transistor (Klammerwerte für 1 Röhre, sonst Daten etwa wie Bild 15); Muster siehe Abschnitt 6.1., Bild 35!
In Klammern: Anschlüsse für Steuerteil »Würfel« (»Takt« jedoch besser über etwa 470 kΩ von 5,6 abnehmen)
Ü = Schalenkern 18 × 11 (in Wachs getränkt), AL 250
Wicklung:
I 20 Windungen 0,25 CuL
II 10 Windungen 0,15 CuL
III 850 Windungen 0,09 bis 0,1 CuL
Punkte: · Wicklungsanfang bei gleichem Wickelsinn





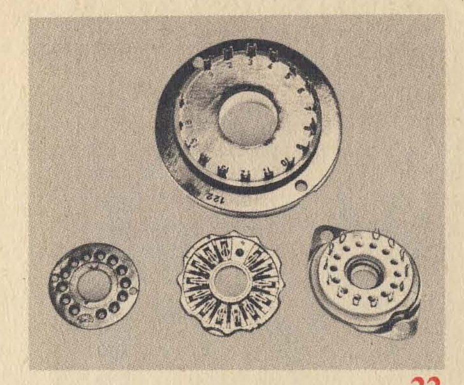


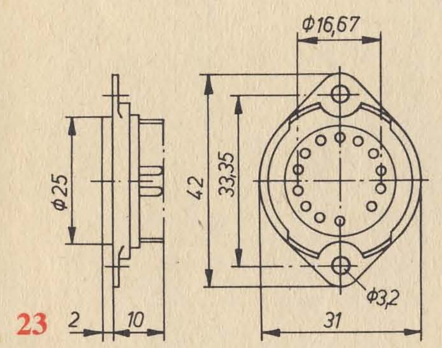
Bild 20
Anschlußbelegung des BCD-Dezimal-Dekoders MH 74141 (Tesla) – Draufsicht

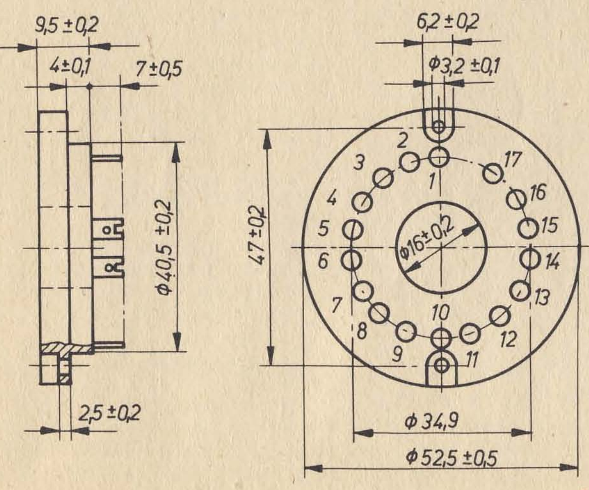
Bild 21
Anschluß der Ziffernanzeigeröhre an den MH 74141

Bild 22
Fassungen des VEB Kombinat Elektronische Bauelemente Dorfhain: kleinerer Typ (komplett sowie demontiert): 13–17 TGL 68–87 für Z 560 M u. a.; größerer Typ: 17–35 TGL 24 246 für Z 568 M

Bild 23
Maßskizzen für die Fassung 13–17

Bild 24
Maßskizzen für die Fassung 17–35





Fassung 17-35 TGL 24246 (Z568M, Z5680M)

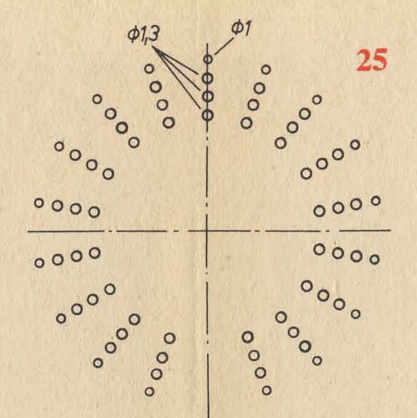
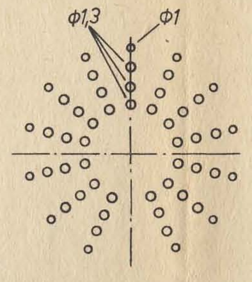


Bild 25
Bohrschablone für Selbstbaufassung zur Z 560 M u. a.



26

Bild 26
Bohrschablone für Selbstbaufassung zur Z 568 M

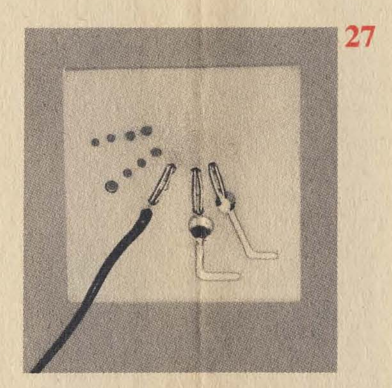
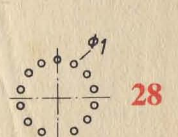
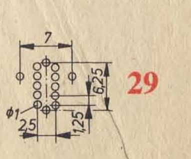


Bild 27
Anordnung und Kontaktierung der Drahtfedern in einer Selbstbaufassung. Die ebenfalls dargestellte Lötstelle direkt an der Federoberseite ist nicht funktionssicher und daher unzulässig



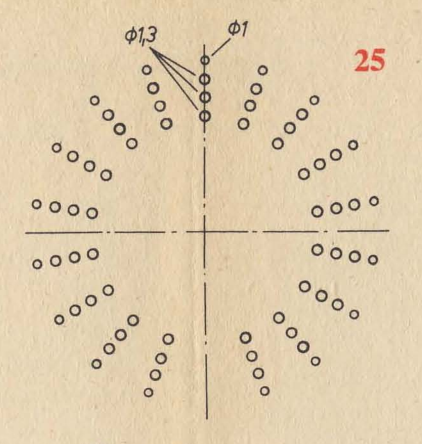
28

Bild 28
Bohrschablone für Z 570 M u. ä.



29

Bild 29
Maßbild der Anschlußdrahtdurchführungen für Z 590 M. Als Bohrschablone im Maßstab 1 : 1 nicht geeignet, da Abstände zu gering



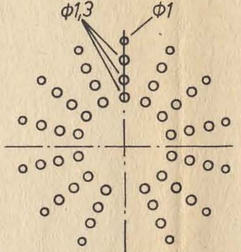


Bild 25
Bohrschablone für Selbstbaufassung zur Z 560 M u. a.

Bild 26
Bohrschablone für Selbstbaufassung zur Z 568 M

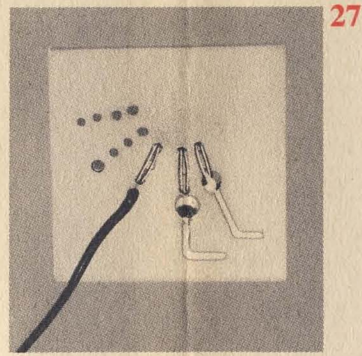


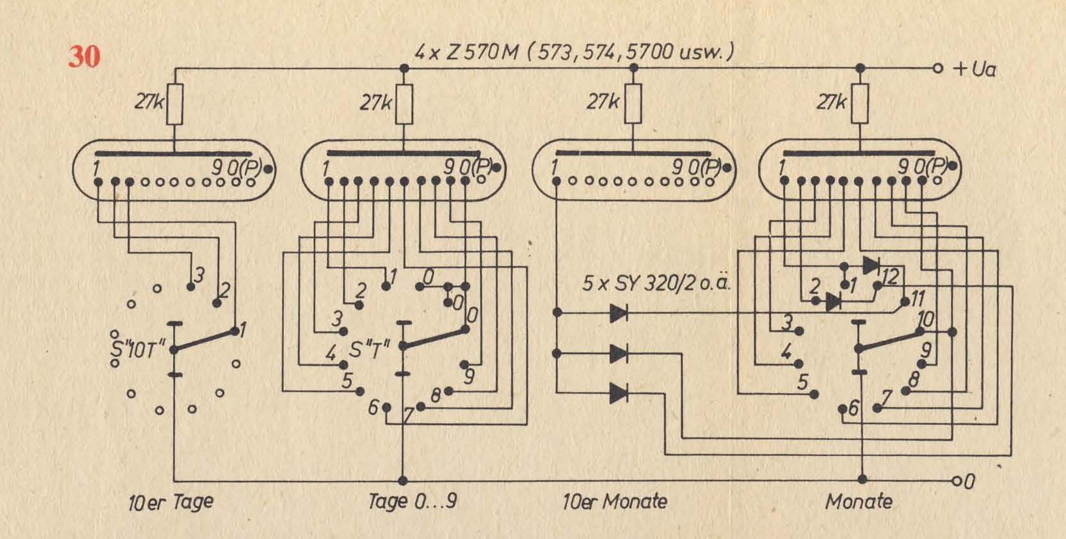
Bild 27
Anordnung und Kontaktierung der Drahtfedern in einer Selbstbaufassung. Die ebenfalls dargestellte Lötstelle direkt an der Federoberseite ist nicht funktionssicher und daher unzulässig

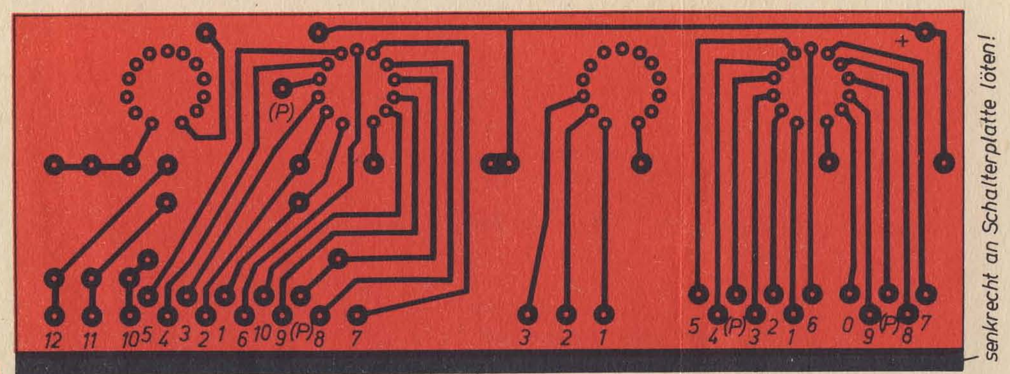
φ1
28

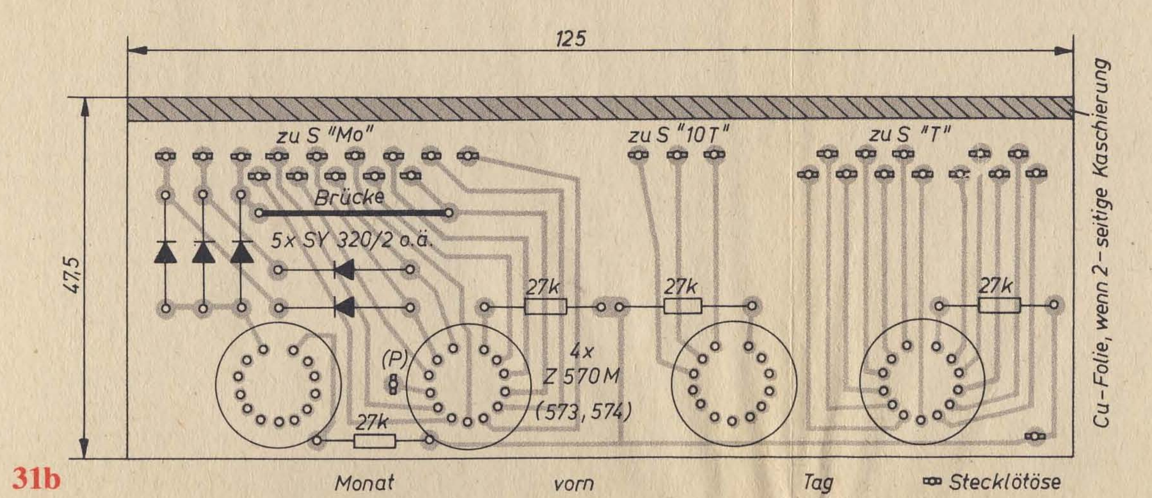
Bild 28
Bohrschablone für Z 570 M u. ä.

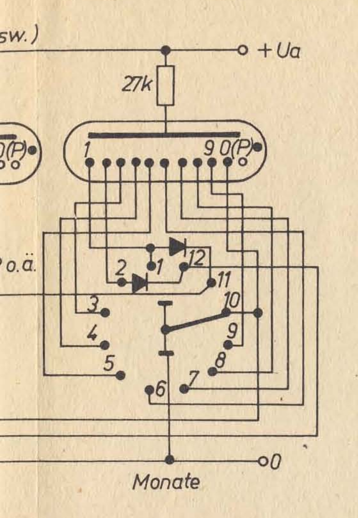
7
6,25
φ1
2,5
1,25
29

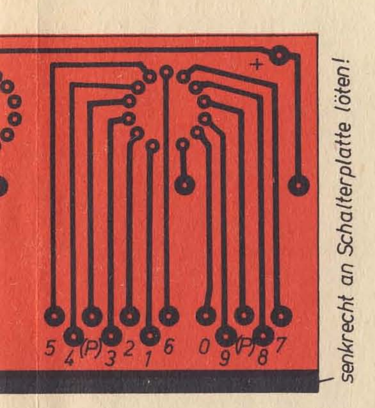
Bild 29
Maßbild der Anschlußdrahtdurchführungen für Z 590 M. Als Bohrschablone im Maßstab 1 : 1 nicht geeignet, da Abstände zu gering

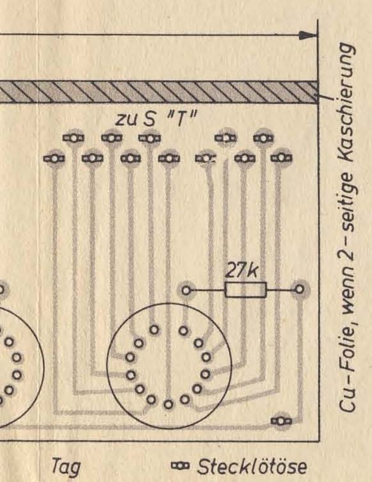






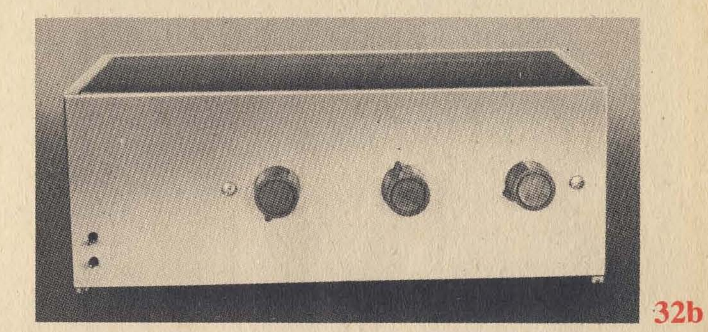




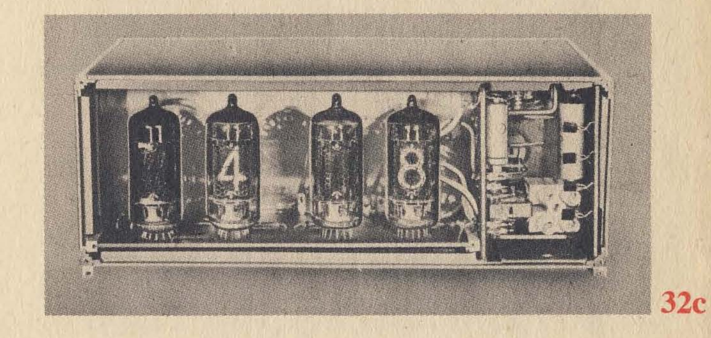




32a

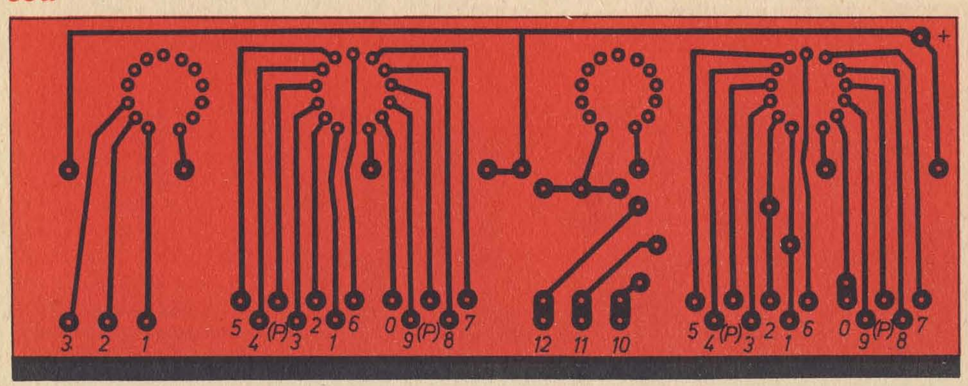


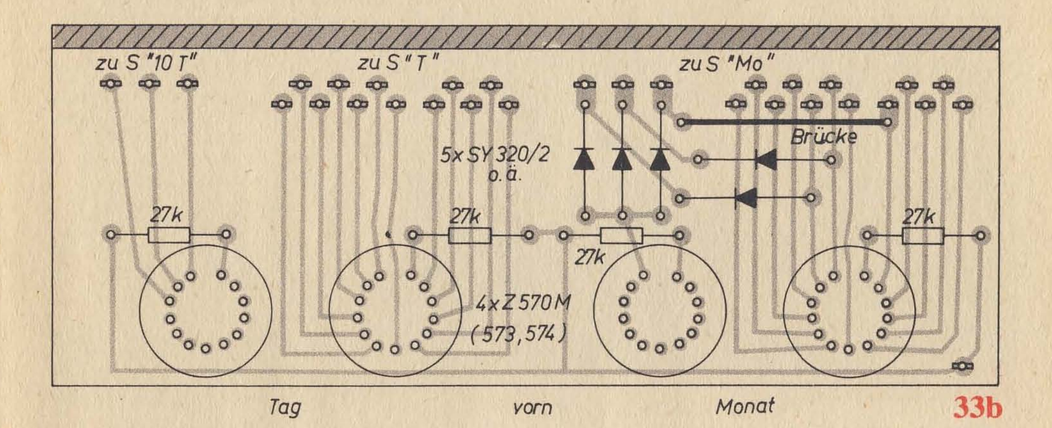
32b



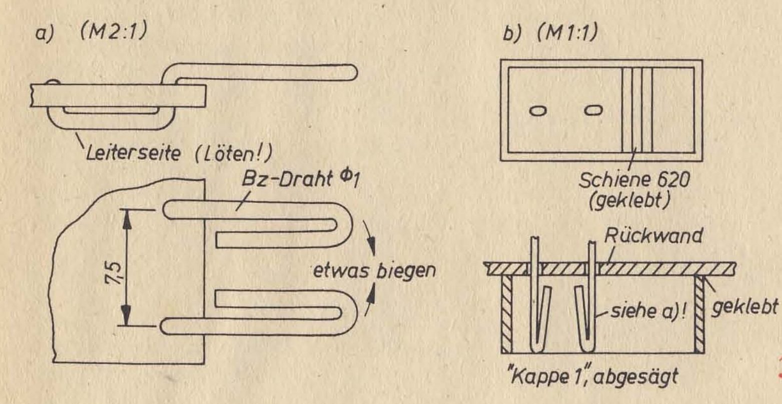
32c

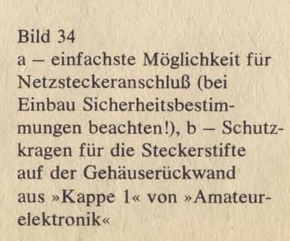
33a





33b





34

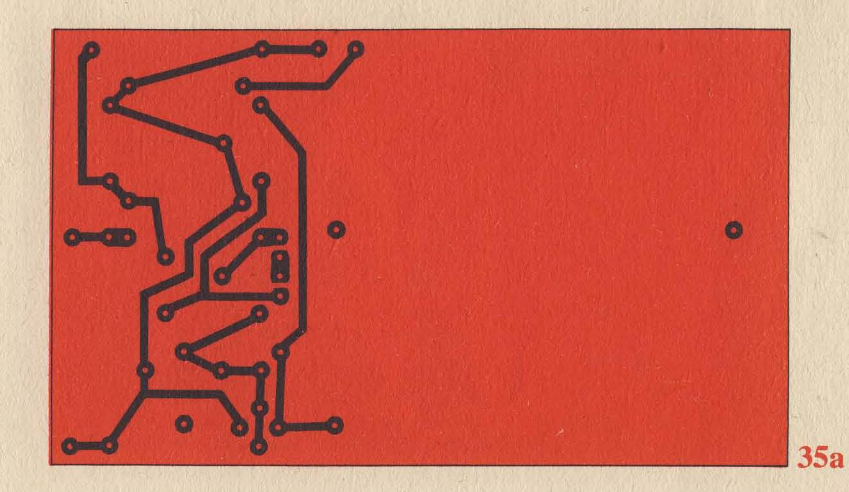
Bild 30
Stromlaufplan für 4stelligen Kalender mit Anzeigeröhren und manueller Fortschaltung; Schalter »halbsymbolisch« (bei »Febena« 12polig mit 2 × 6, 1 Kontaktbrücke entfernen, nur 1 benutzen!)

Bild 31
a – Leiterbild, b – Bestückungsplan mit Schalterverdrahtungsangaben für den Kalender (»technische« Anzeigereihenfolge)

Bild 32
Mustergerät in »technischer« Anzeigereihenfolge (links Monat, rechts Tag): a – Vorderansicht, eingestellt »28. März«; b – Ansicht von hinten; c – Frontplatte abgenommen

Bild 33
Leiterplatte für die im allgemeinen benutzte Reihenfolge (links Tag, rechts Monat): a – Leiterbild, b – Bestückungsplan

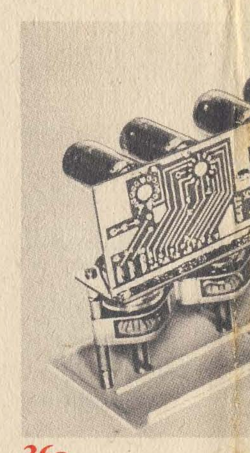
Bild 34
a – einfachste Möglichkeit für Netzsteckeranschluß (bei Einbau Sicherheitsbestimmungen beachten!), b – Schutzkragen für die Steckerstifte auf der Gehäuserückwand aus »Kappe 1« von »Amateurelektronik«



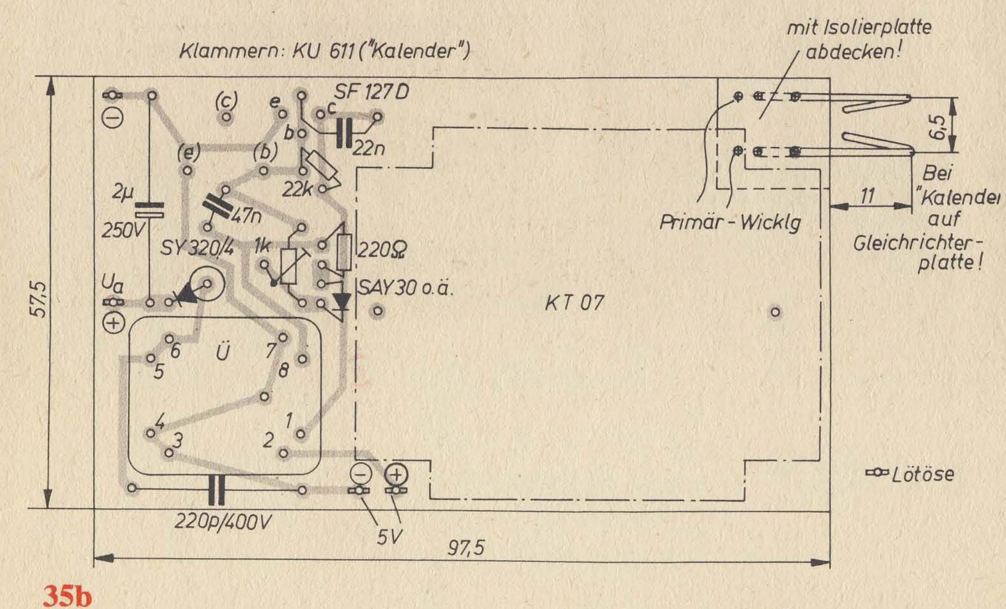
35a

35c

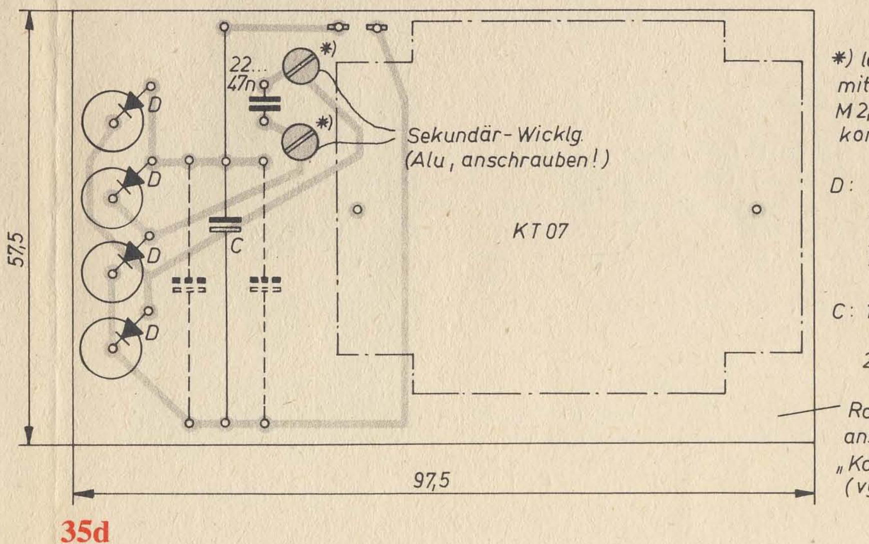
~
~
− +



36a



35b



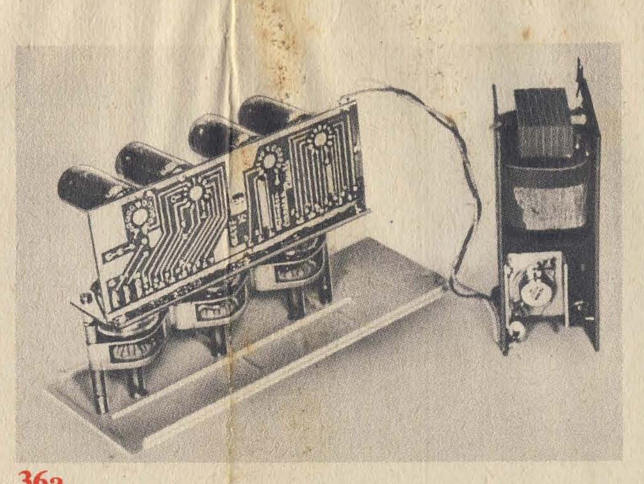
35d

+5V
vom Netzteil
vom Kollektor
des Transverters
(Bild 18)
0
Ta
)*meist
nötig

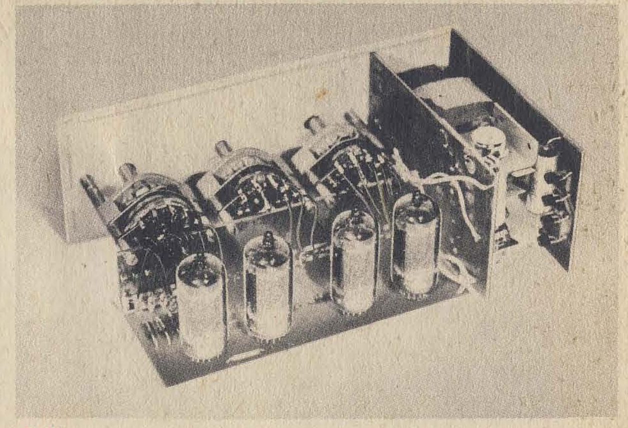
Bild 35
a – Leiterbild, b – Bestückungsplan der Transverterseite,
c – Leiterbild, d – Bestükkungsplan der Transformator-/Gleichrichterseite des Netzmoduls für »Würfel« (mit SF-Typ) bzw. »Kalender« (mit KU- oder – bei umgedrehter Polarität – GD-Typ) nach Stromlaufplan aus Bild 18. Achtung! Aus Platzgründen liegen einige Schraubenlöcher nicht im Raster!

Bild 36
Muster von Netzteil und Einschub

Bild 37
Elektronischer »Würfel«, jedoch bis 8 erweitert (Stromlaufplan)



36a



36b

*) leiterseitig
mit Flachmutter
M 2,5 (M3)
kontern!

D: SY 200,
SY 320,
ggf. auch
SAY 12

C: 1000/16
oder
2x470/16

Raum für Netz-
anschluß bei
„Kalender"
(vgl. Bildteil b)

6
r von Netzteil und
aub

7
onischer »Würfel«,
bis 8 erweitert (Strom-
an)

+5V
vom Netzteil

10k*
SS216 o.ä.

vom Kollektor
des Transverters
(Bild 18)

330 Ω

0

SAY 12, 16,
17 o.ä.

Ta

)* meist nicht
nötig

T
E
MC
P 195 C
U_S
QA QB QC QD M

T
E
MC
P 195 C
U_S
QA QB QC QD M

&
P 230 C

2,7k

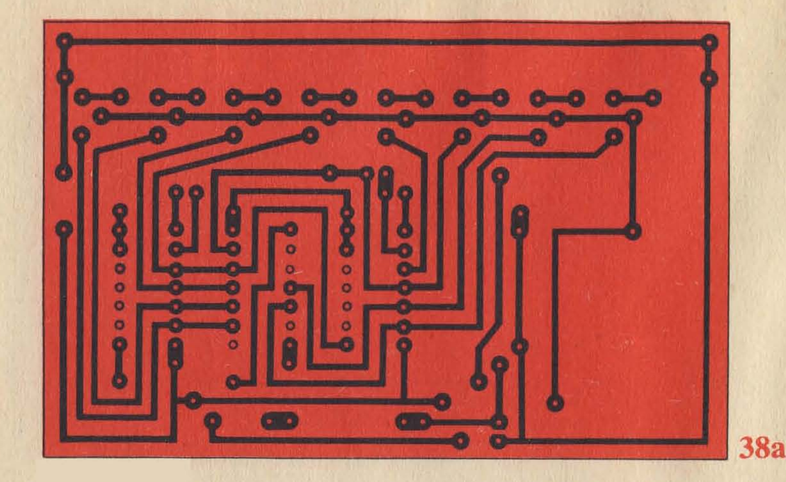
+U_a
≈22k
≈150...
180k
Z 570 M o.ä.
1 2 3 4 5 6 7 8

1k

9x
≈100k

Steuerteil ← | → Anzeigeteil   8x SS 202 o. 201

37



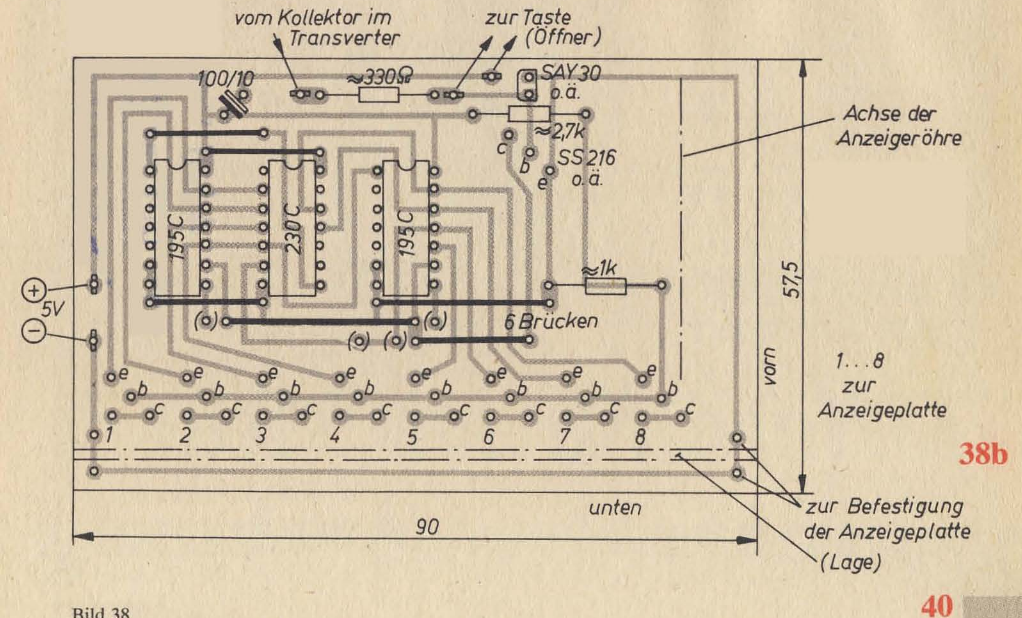
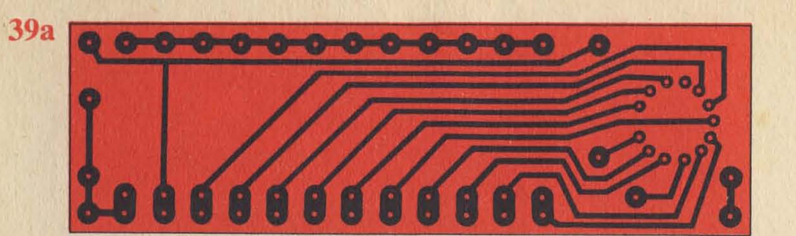


Bild 38
a – Leiterbild, b – Bestückungsplan des »Würfels bis 8«, Steuerteil (Achtung! Reihenfolge richtig: 1–2–3–4–8–7–6–5. Hat aber für Würfelbetrieb keine Bedeutung)



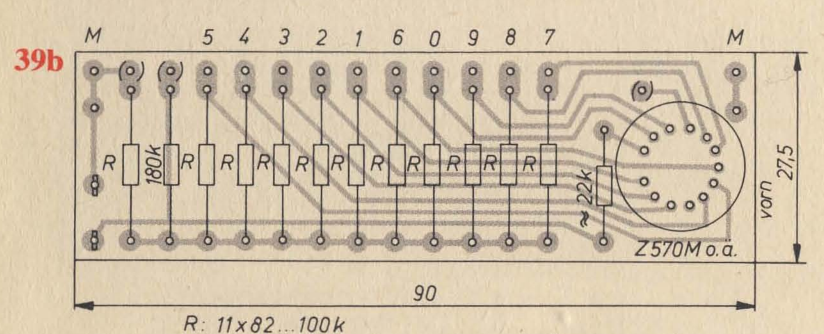


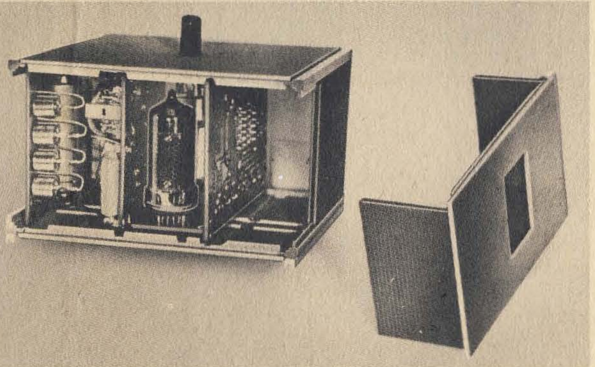
Bild 39
a – Leiterbild, b – Bestückungsplan für eine Anzeigestufe 0 bis 9, im »Würfel 1 bis 8« nur von 1 bis 8 beschalten; Ziffernzuordnung gemäß Bild 38, Drähte benutzen!

Bild 42
Helligkeitsregler mit Transistoren: Änderung des mittleren Stroms I_k durch Änderung des Impulsabstandes T

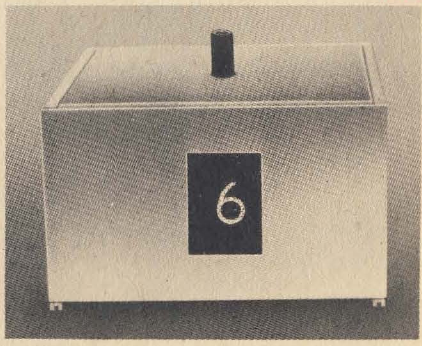
Bild 40
Anzeige und Steuerteil als bis zur Ziffer 8 miteinander verdrahtete Einheit (in »Amateurelektronik«-Gehäuse eingeschoben)

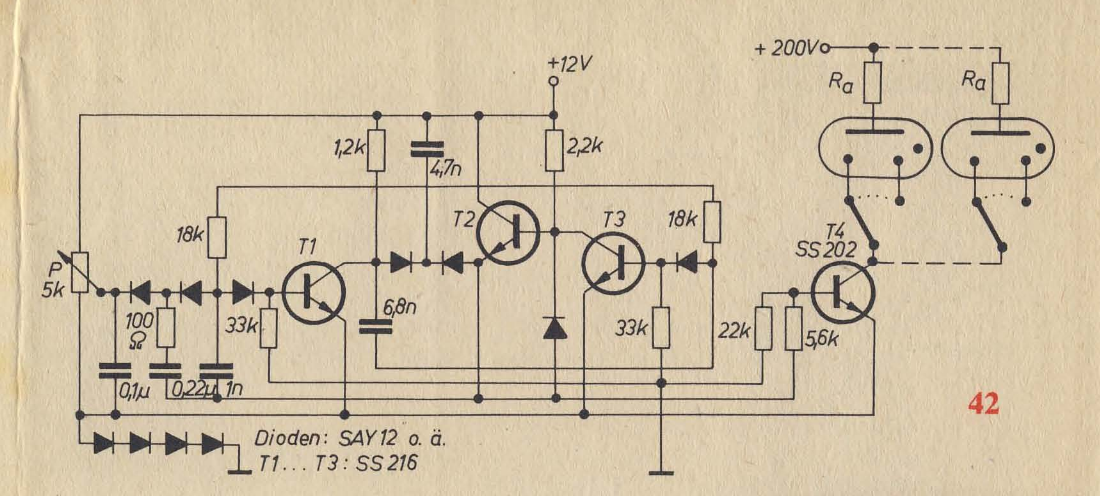
Bild 41
Ansichten des »Würfels«:
a – Vorderansicht,
b – Stromversorgungs- und Zähler-/Anzeigebaustein,
c – Vorschlag für Einsatz von 2 Anzeigeeinheiten

40



41a





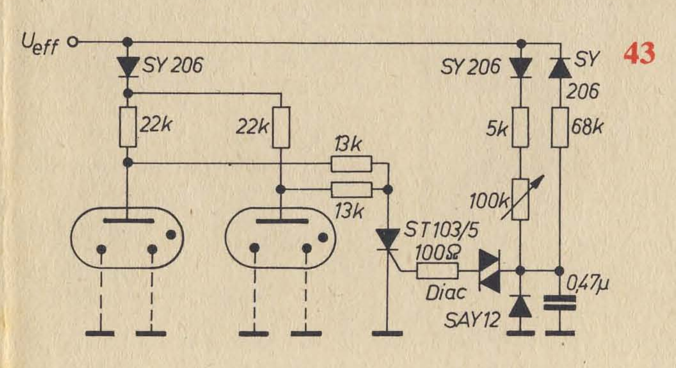


Bild 43
Helligkeitsregler mit Thyristor

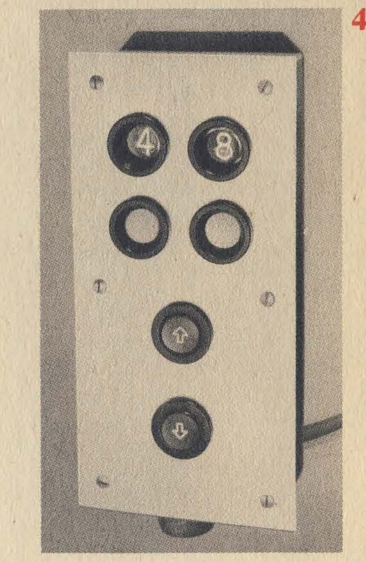
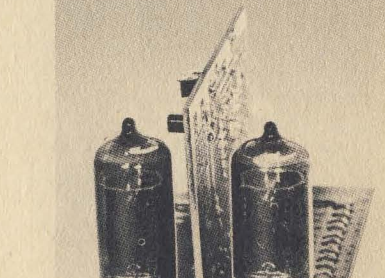


Bild 44
Stockwerksanzeige – Tableau mit Ziffernanzeigeröhren







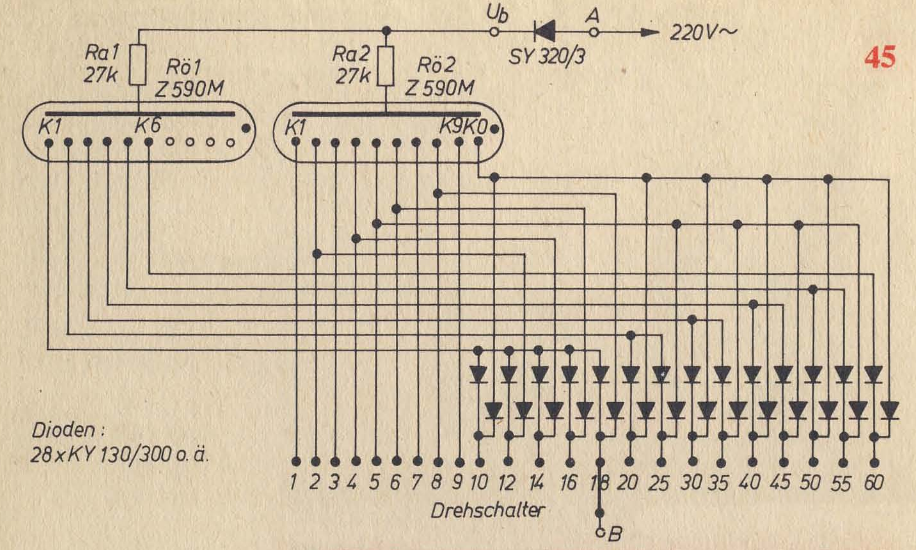


Bild 45
Anzeigeeinheit mit 2 Anzeigeröhren und Diodenkombination für die Anzeige von Belichtungszeitwerten

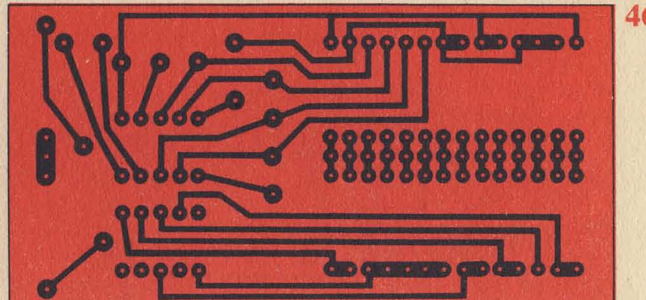


Bild 46
Leiterbild zu Bild 45

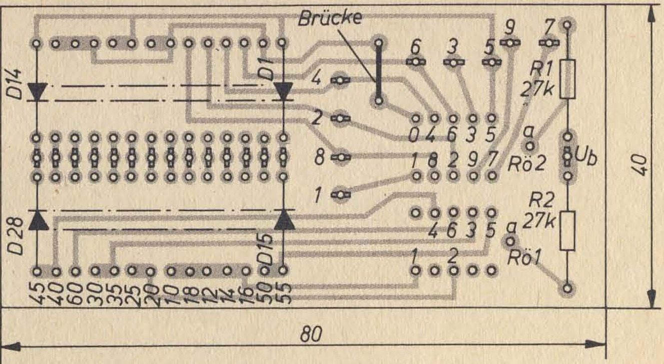


Bild 47
Bestückungsplan zu Bild 45 und Bild 46

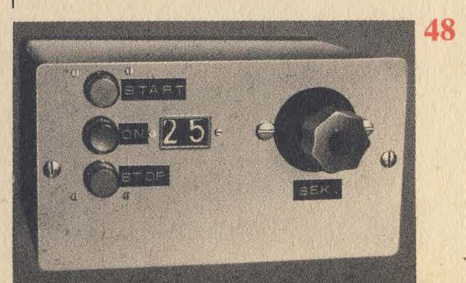


Bild 48
Komplettes Belichtungsgerät (wird in »radio-fernsehen-elektronik« Ende 1977 beschrieben).